

# Электронный архив УГЛТУ

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

ГОЛОВНОЙ СОВЕТ  
ЛЕСНОЙ, ЦЕЛЛЮЗНО-БУМАЖНОЙ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

УРАЛЬСКИЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ТЕХНОЛОГИИ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ И ПЛАСТИКОВ

Выпуск У

Межузовский сборник

Издание УПИ

Свердловск 1978

УДК 674.8

Технология древесных плит и пластиков. Вып. У. Межвузовский сборник. Свердловск, изд. УПИ им. С.М. Кирова, 1978, с. 276.

Сборник содержит результаты исследований в области древесных пластиков и плит, выполненных в различных институтах страны. Рассматриваются вопросы теории и практики получения и свойства плитных материалов из древесных частиц и других одревесневших растительных остатков без добавления и с добавлением связующих или химических модификаторов. Приводятся рекомендации по совершенствованию технологических процессов и улучшению свойств различных видов плит и пластиков.

Сборник рассчитан на научных и инженерно-технических работников лесной и деревообрабатывающей промышленности, а также проектных и научно-исследовательских организаций.

Темплан 1978, п. 2399

Рассмотрен и рекомендован Головным Советом вузов по лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности и лесному хозяйству.

## Редакционная коллегия:

проф. Модин Н.А. (ЛТА, отв. редактор), проф. Петри В.Н. (УЛТИ, зам. отв. редактора), доц. Эльберт А.А. (ЛТА), доц. Леонюк А.А. (ЛТА), доц. Вахрушева И.А. (УЛТИ), доц. Дедюхин В.Г. (УЛТИ), доц. Дранишников Г.Л. (ЛТИ)

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Всемерное расширение производства различных видов древесных плит и пластиков является одним из важнейших путей комплексного использования древесины. В научно-исследовательских и учебных институтах нашей страны ведутся разносторонние исследования по дальнейшему совершенствованию технологии и изучению древесных плит и пластиков.

Предлагаемый вниманию читателей сборник "Технология древесных плит и пластиков" содержит статьи научных работников вузов и научно-исследовательских институтов, посвященные теории и практике производства плит и пластиков из малоценной древесины, древесных и других одревесневших растительных остатков.

В ряде статей рассматриваются теоретические вопросы получения плит и пластиков: изменение химических компонентов и pH древесины в процессе прессования пластиков без добавления связующих в зависимости от применяемых технологических режимов, участие фенолоформальдегидных вспенивающих композиций в образовании древесноволокнистых плит и др.

Большое внимание в сборнике уделяется вопросу улучшения технологии производства и качества древесноволокнистых и древесностружечных плит, пластиков из модифицированных и немодифицированных древесных частиц. Анализируются результаты исследования непрерывного способа производства ДВП, влияние параметров холодного прессования на свойства плит без добавления связующего; рассматриваются возможности улучшения качества ДВП, получаемых сухим способом из модифицированных волокон.

При изучении влияния различных технологических режимов производства плит и пластиков и определения их оптимальных параметров многие авторы использовали математическую теорию планирования эксперимента.

В статьях приводятся результаты исследований по получению пластиков из местного растительного сырья (рисовой соломы, хлопковой шелухи, виноградной лозы), схемы технологического процесса, физико-механические свойства, предполагаемые области применения.

УДК 674.8-41:634.0.865.1

В.Н. Антакова, В.А. Глунова  
(Уральский лесотехнический  
институт)

## ЗАВИСИМОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И СВОЙСТВ ПЛАСТИКОВ ОТ НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Технологический процесс изготовления ЛУДП строится таким образом, чтобы создать условия для частичного распада древесины на реакционноспособные продукты и обеспечить возможность для взаимодействия между последними с образованием прочного и водостойкого пластика. Основными и необходимыми условиями для протекания этих процессов в нужном направлении и надлежащем объеме являются температура и продолжительность ее воздействия, давление горячего прессования, влажность, суммарная удельная поверхность древесных частиц в пресс-материале.

Оптимальные условия изготовления древесных пластиков и химический состав используемого сырья взаимосвязаны. Химические изменения компонентов древесины в пластиках, в свою очередь, зависят от температуры, продолжительности и других параметров прессования. С целью установления этой зависимости проведено настоящее исследование. Химическому анализу подвергались сосновые опилки и пластики (во многих случаях - брикеты), изготовленные при следующих режимах [1]:

- 1) давление прессования - 2,5; 3,5; 5,0 МПа;
- 2) температура горячего прессования - от 50 до 190°C;
- 3) влажность сырья - на уровне оптимальной при изготовлении ЛУДП из данного сырья.

Полученные результаты приведены в табл. 1 и 2. Как видно из приведенных данных, при всех исследуемых степенях давления наблюдаются общие закономерности.



Таблица 1

Химический состав измельченной древесины сосны,  
подвергнутой пьезотермической обработке

Определяемые компоненты в % к абсолютно сухой древесине	Давление прессования, МПа						
	сырье	2,5					
		температура горячего прессования, С°					
		50	90	130	150	170	190
Вещества, экстрагируемые спирто-бензольной смесью	5,60	5,43	5,69	5,73	6,07	6,91	8,02
Вещества, экстрагируемые горячей водой	2,89	3,22	3,53	3,10	3,78	4,70	6,68
Легкогидролизуемые вещества	19,80	19,11	18,97	19,84	22,25	17,52	14,22
Лигнин по Жомарову	25,58	25,42	25,17	25,23	23,84	25,24	26,07
Целлюлоза по Кюршнеру и Хофферу	45,66	43,57	47,91	45,59	47,63	49,67	49,31

1. С увеличением температуры пьезотермической обработки происходит постепенное нарастание в плите содержания экстрактивных и уменьшение легкогидролизуемых веществ.

2. Наиболее заметные количественные изменения компонентов древесины наблюдаются в области температур от 150 до 190°С.

3. Резкое изменение содержания всех определяемых компонентов при температуре 190°С свидетельствует о том, что при этой температуре происходит термическая деструкция древесины. Это подтверждается снижением физико-механических показателей свойств пластиков, изготовленных при этой температуре, их внешним видом и выделением из древесины при прессовании низкомолекулярных продуктов термического разложения.

Таблица 2

Химический состав измельченной древесины сосны, подвергнутой пьезотермической обработке

Определяемые компоненты в % к абсолютно сухой древесине	Давление прессования, МПа											
	3,5						5,0					
	Температура горячего прессования, °С											
	50	90	130	150	170	190	50	90	130	150	170	190
Вещества, экстрагируе- мые спирто-бензольной смесью	5,32	5,68	6,21	6,07	6,79	10,75	5,65	5,76	5,80	6,10	7,05	12,14
Вещества, экстрагируе- мые горячей водой	5,29	2,90	3,27	3,25	4,21	8,04	2,57	2,75	2,68	3,51	4,35	8,18
Легкогидролизуемые вещества	19,48	19,79	19,56	19,31	18,28	9,14	20,16	20,51	19,96	19,52	16,89	8,21
Лигнин по Кожезову	25,33	25,66	25,51	25,80	25,62	26,65	25,56	25,17	25,70	25,44	26,18	26,60
Целлюлоза по Коршнеру и Хофферу	47,17	47,97	47,97	47,55	45,38	46,56	46,11	45,98	47,81	45,45	45,14	45,06

Таблица 3

Влияние продолжительности горячего прессования на свойства  
и химический состав ЛУДП

Показатели	Продолжительность прессования, мин/мм толщины готового пластика								
	сосновые опилки	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	еловые опилки	1,0	2,5
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	-	17,10	16,80	20,40	17,20	17,70	-	17,10	15,90
Разбухание за 24 ч, %	-	47,10	29,00	25,20	13,70	13,40	-	25,20	16,80
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	-	1190	1190	1240	1230	1250	-	1240	1250
Вещества, экстрагиру- емые спирто-бензоль- ной смесью, %	7,59	7,54	7,54	7,52	7,97	8,49	3,49	3,89	4,46
Вещества, экстрагируе- мые горячей водой, %	2,39	2,20	2,51	2,74	3,34	3,68	1,50	2,29	3,20
Легкогидролизуемые вещества (РВ), %	13,97	13,66	14,09	13,00	12,45	11,96	12,68	12,05	10,13
Лигнин по Комарову, %	25,24	25,55	25,68	25,74	25,35	25,42	27,23	27,91	28,84

4. При температуре прессования  $170^{\circ}\text{C}$  и прочих оптимальных условиях происходят те химические изменения компонентов древесины, за счет которых обеспечивается образование прочных и водостойких пластиков.

Результаты настоящего исследования вполне согласуются с выводами других авторов [1]. Они подчеркивают, что при температуре выше  $150^{\circ}\text{C}$  начинается переход измельченной древесины в вязкотекучее состояние, которое осуществляется за счет химического течения, и выделяют температуру  $170^{\circ}\text{C}$  как оптимальную для получения пластиков, так как при этой температуре деформация достигает максимального значения.

При температуре же выше  $180^{\circ}\text{C}$  чрезмерно усиливается термическая деструкция древесины и деформация уменьшается.

При пьезотермической обработке древесины химические превращения ее компонентов протекают во времени. Продолжительность горячего прессования древесины при определенных тепловых условиях существенно сказывается как на химических ее изменениях компонентов, так и на физико-механических свойствах получаемого пластика. Достаточно типичными для пластиков из древесины сосны и ели можно считать данные, приведенные в табл.3.

Необходимо подчеркнуть, что нами изучались пластики толщиной только 10 мм.

Приведенные данные (табл.5) свидетельствуют о том, что характер и степень влияния продолжительности горячего прессования различны на разные свойства пластика. В наибольшей степени продолжительность прессования оказывает влияние на гидрофобные свойства пластиков. Химические изменения компонентов древесины в течение цикла прессования происходят неравномерно.

Они не столь существенны в течение первых 6 мин, в дальнейшем изменения всех определяемых компонентов становятся заметнее.

Особенно существенны изменения легкогидролизуемых компонентов и экстрактивных веществ.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Аккерман А.С., Вахрушева И.А., Волкова В.Д. Некоторые закономерности деформирования измельченной древесины. - В сб.: Технология древесных плит и пластиков. Свердловск, изд. УПИ, 1976.

УДК 674.8-41:654.0.865.1

В.Н. Антакова, В.А. Глумова  
(Уральский лесотехнический  
институт)  
Ю.М. Луговых  
(Брянский технологический  
институт)

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ pH ДРЕВЕСИНЫ ПРИ  
ТРАНСФОРМАЦИИ ЕЕ В ЛУДП

Известно [1,2], что при нагревании древесины при температуре 100-120°C начинают выделяться летучие кислоты (по преимуществу уксусная), что ведет к снижению pH среды. Этим обусловлено, что гидролитические реакции, происходящие при пьезотермической обработке древесины, являются автокаталитическими.

Гидролитические реакции играют существенную роль в процессах, приводящих к образованию ЛУДП [3]. Наше исследование ставило задачу выяснить, каким образом изменяется pH древесины разных пород при трансформации ее в пластик.

Определение pH водных вытяжек опилок и измельченных пластиков производилось по следующей методике. Абсолютно сухая навеска (4г) заливалась 50 мл воды-бидистиллята и выдерживалась в воде в течение 24 ч при периодическом перемешивании. Измерение pH водной вытяжки производилось с помощью pH-метра ЛПУ-01. Предварительно прибор настраивался по двум стандартным буферным растворам. Полученные данные сведены в табл.1.

Данные, приведенные в табл.1, свидетельствуют о том, что при горячем прессовании древесных частиц разных пород кислотность среды повышается (снижается pH). Результаты

проведенных экспериментов являются еще одним подтверждением наличия гидролитических процессов при образовании ЛУДП.

С целью выяснения динамики pH в процессе горячего прессования были поставлены специальные эксперименты по измерению pH среды конденсата в центре плиты пластика (без разрушения последнего) через определенные промежутки времени от начала горячего прессования. Для получения конденсата использован специальный пробоотборник конструкции Г.А.Повода. Устройство пробоотборника и его месторасположение в сформированном ковре изображены на рис.1.

Таблица 1

pH водных вытяжек различных видов  
пресс-материала и пластиков

Используемый материал	Значения pH водных вытяжек	
	сырья	пластика
Лиственница (опилки)	5,30	4,60
Сосна (опилки)	4,44	4,12
Смесь еловых и сосновых опилок (1 : 1)	4,87	4,34
Смесь ели и сосны (60% коры, 40% опилок)	4,96	4,46
Здоровая древесина осины (опилки)	5,35	4,35
Здоровая древесина березы (опилки)	4,43	3,58
Смесь березы и осины (1 : 1)	4,20	3,08
Береза с ложным ядром (50%)	5,98	4,12

Пробоотборник конденсата представляет медную трубку с наружным диаметром 5 мм, толщина стенки 1 мм. Один конец трубки загнут под углом 90° и при отборе конденсата направлен вертикально вниз. Другой конец трубки перфорирован мелкими прорезями. Перфорированный конец, покрытый двумя слоями металлической сетки с отверстиями 0,1-0,2 мм или стеклотканью, закладывается внутрь формируемого ковра. Противоположный

конец трубки помещается в пробирку, закрытую пробкой (т.е. не герметично). Для более быстрого охлаждения паров конденсата, чтобы избежать потерь летучих кислот, пробирка опускается в стакан с холодной водой.

Данный метод может использоваться только для сравнения pH конденсатов пластиков, изготовленных при различных условиях прессования из разных видов сырья.

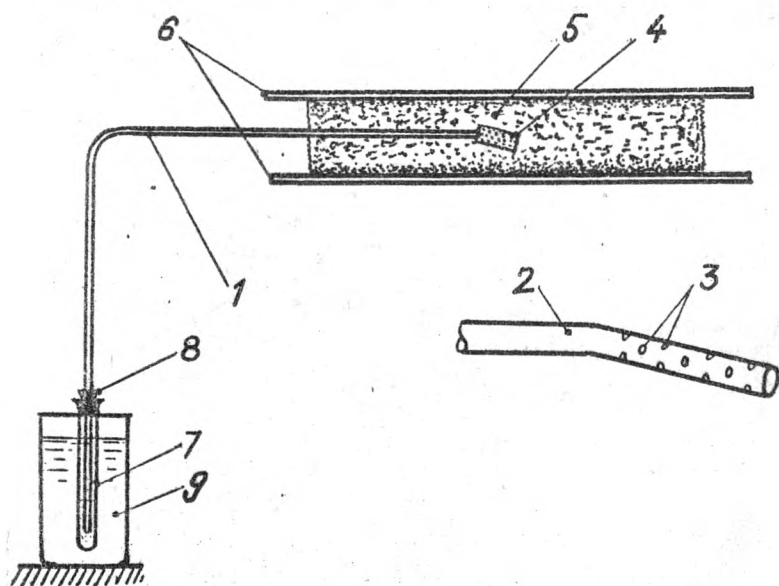


Рис.1. Устройство пробоотборника конденсата и его месторасположение в сформированном ковре:

1- пробоотборник конденсата; 2- перфорированная часть; 3- прорези; 4-металлическая сетка или стеклоткань; 5- ковер; 6-поддон; 7-пробирка; 8-пробка; 9-стакан с холодной водой.



Эксперименты проводились при запрессовке пластиков из смеси древесных частиц хвойных пород с примесью коры и из смеси (в равных соотношениях) древесных частиц и коры сосны и ели. Через 2,5-5 мин после начала горячего прессования происходило выделение конденсата, который отбирался в разные пробирки через определенные промежутки времени. Последний раз конденсат отбирался через 3-5 мин после начала охлаждения плит пресса. Сразу же после окончания прессования производилось измерение pH конденсата с помощью специального наконечника электролитического контакта, устанавливаемого в датчик ДП-01 лабораторного pH-метра ЛПУ-01.

Таблица 2

Изменение pH конденсата пластиков из смеси  
древесных частиц и коры хвойных пород

Температура горячего прессования, °C	Влажность сырья, %	Продолжительность горячего прессования, мин/мм	Время отбора конденсата, мин	Объем конденсата, мл	pH конденсата	pH всего объема конденсата
160	15,0	1,2	4	0,8	4,41	3,50
			6	1,0	3,79	
			8	1,4	3,31	
			10	1,2	3,20	
			12	1,1	3,10	
			17	1,5	3,05	
160	22,0	0,8	4	0,9	4,66	3,65
			6	1,5	3,95	
			8	1,2	3,48	
			13	1,7	3,32	
180	15,0	0,8	4	2,1	3,73	3,00
			6	2,0	3,01	
			8	2,2	2,86	
			13	2,8	2,80	
180	22,0	1,2	4	2,2	4,25	2,83
			6	2,2	3,20	
			8	2,2	3,95	
			10	3,4	2,80	
			12	3,7	2,70	
			17	5,3	2,65	

В данном эксперименте конденсат использовался только для определения pH. В дальнейшем предполагается проводить количественный и качественный анализ конденсата.

Результаты исследований приведены в табл. 2,3. На рис.2 представлены наиболее типичные изменения pH конденсата в зависимости от продолжительности прессования пластиков.

Таблица 3

Изменение pH конденсата пластиков из смеси  
древесных частиц и коры сосны и ели

Соотноше- ние древес- ных частиц и коры	Темпе- ратура горяче- го прес- сования, С	Влаж- ность сырья, %	Продол- житель- ность горяче- го прес- сования, мин/мм	Время отбора конден- сата, мин	Объем кон- ден- сата, мл	pH кон- ден- сата	pH всего объема конден- сата
20 : 80	160	21,0	1,2	4	1,0	4,43	3,53
				7	0,8	3,72	
				10	0,9	3,45	
				13	0,9	3,22	
				18	0,9	3,16	
20 : 80	180	13,0	1,2	4	1,0	4,65	2,94
				7	1,1	3,58	
				9	0,95	3,87	
				12	0,80	3,73	
				20	1,2	3,55	
40 : 60	170	17,0	1,2	4	1,9	3,88	2,96
				7	2,2	3,08	
				9	2,3	3,93	
				12	2,4	3,88	
				18	3,1	3,74	
40 : 60	160	13,0	1,2	4	1,0	4,28	3,15
				7	2,3	3,29	
				9	2,5	3,12	
				12	2,5	3,04	
				18	2,7	3,99	
60 : 40	180	21,0	1,2	4	1,7	4,42	2,91
				6	1,6	3,60	
				8	2,1	3,13	
				10	2,0	3,93	
				15	4,0	3,59	

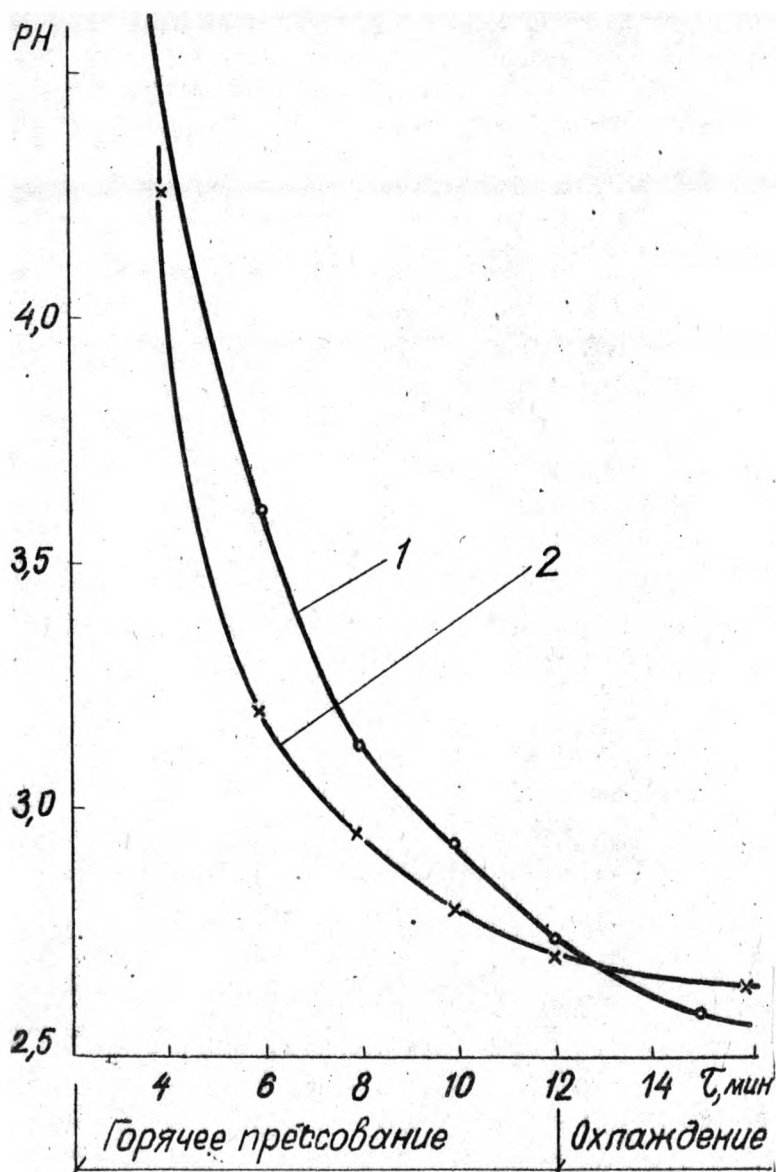


Рис. 2. Изменение pH конденсата в зависимости от продолжительности прессования.

Полученные результаты, имеющие относительный характер, позволяют сделать следующие выводы:

1. В процессе образования ЛУДП наблюдается существенное снижение pH конденсата. Более того, pH конденсата значительно ниже pH водных вытяжек из готовых кондиционированных плит (см. табл. 1). Это можно объяснить следующим образом. В результате вывода из реакционной среды компонентов кислого характера (при отборе конденсата) в центре плиты необходимые химические процессы остаются незавершенными (на что указывает также и цвет плиты в месте отбора конденсата), а кислотность конденсата завышенной по сравнению с готовой плитой. С другой стороны, при кондиционировании пластика возможно частичное удаление летучих кислот через торцы плиты.

2. Характер изменения pH в зависимости от продолжительности горячего прессования однотипен для всех исследуемых режимов прессования. Наибольшие изменения pH происходят до 8-10 мин горячего прессования, т.е. максимальное количество кислот выделяется в тот момент, когда процессы образования пластика близки к завершению.

3. На величину pH конденсата оказывают влияние все параметры прессования. Наибольшее влияние оказывает температура и продолжительность горячего прессования.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Козлов В.Н., Королева Н.И., Попова Г.И. О химическом составе древесины хвойных и лиственных пород. - В кн.: Труды УФАИ СССР. Институт химии, вып. 6. Свердловск, изд. УФАИ СССР, 1961.

2. Козлов В.Н., Королева Н.И., Попова Г.И. и др. Выход жидких продуктов при пиролизе древесины. - В кн.: Труды УФАИ СССР. Институт химии, вып. 6. Свердловск, изд. УФАИ СССР, 1961.

3. Плитные материалы и изделия из древесины и других одревесневших растительных остатков без добавления связующих. Под ред. проф. Петри В.Н. М., "Лесная промышленность", 1976.

УДК 674.8-41:634.0.865.1

Г.И.Перехожих  
(Уральский лесотехнический  
институт)

## ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ДРЕВЕСИНЫ ОСИНЫ В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕССОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ БЕЗ СВЯЗУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

При образовании древесных пластиков основные химические компоненты исходного материала претерпевают как количественные, так и качественные изменения. Изучение процессов, происходящих во время прессования, обычно проводится путем сравнения с помощью анализов химических составов исходного сырья и полученного из него пластика.

В настоящей работе были прослежены изменения химических компонентов древесины осины в процессе получения из нее прессованных материалов.

В качестве сырья использовалась измельченная стволовая осина. Пластики получены по следующему режиму [1]: давление прессования - 2,5 МПа, температура плит пресса  $180 \pm 2^\circ\text{C}$ , влажность исходного сырья - 20%, продолжительность прессования - 12 мин. Материал обладает следующими физико-механическими свойствами: предел прочности при статическом изгибе - 17 МПа, разбухание по толщине после 24-часового вымачивания - 12-13%.

Далее исследовались количественные изменения древесных компонентов при получении модифицированной цельной осиновой древесины.

Оптимальные параметры модификации [2]: давление - 8,5 МПа, температура плит пресса -  $165 \pm 2^\circ\text{C}$ , влажность исходного сырья - 12-13%, продолжительность горячего прессования - 30 мин.

Физико-механические свойства: предел прочности при статическом изгибе = 250-270 МПа, разбухание по толщине за 24-ч 6-7%.

Чтобы учесть влияние неравномерности химического состава древесины в разных частях ствола, для прессования цельной древесины заготавливались бруски размером 50х50х550мм, которые распиливались на две части. Одна половина использовалась для химического анализа исходного сырья, другая шла на прессование и затем также на анализ.

Продолжительность прессования описанных выше пластинок была разделена на пять равных интервалов; прессование по интервалам осуществлялось путем снятия давления в определенный момент без охлаждения полученных материалов в прессе.

Исходное сырье и прессматериалы [3,4] чались, отбирались фракция 1,0/0,25мм и проводились химические анализы по методикам, принятым в химии древесины [3,4]

Результаты химических анализов прессованного по заданным интервалам измельченного осинового сырья представлены на рис.1.

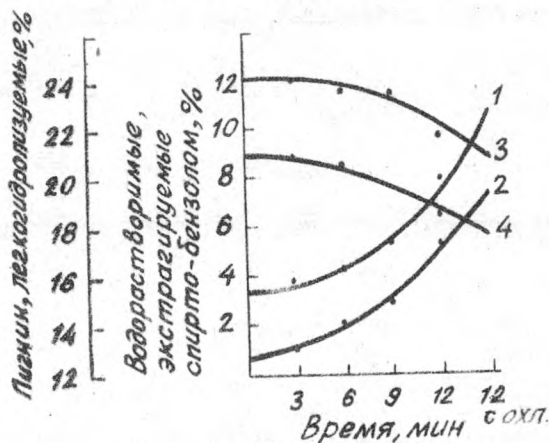


Рис.1. Изменения химических компонентов в течение цикла прессования измельченного осинового сырья: 1-экстрагируемые спирто-бензолом; 2-водорастворимые; 3-легкогидролизуемые; 4-лигнин.

Можно отметить, что изменения древесных компонентов, происходящие при прессовании, в течение цикла неравномерны.

Они незначительны до 6 мин, затем кривые становятся круче. Максимум всех изменений – в конечном продукте.

При пьезотермическом воздействии на древесину в присутствии влаги возможен гидролиз простых и сложноэфирных связей древесного комплекса, разложение его компонентов и последующая их конденсация [5,6]. Данные химического анализа показали, что наибольшие изменения претерпевает углеводная часть древесины: количество легкогидролизуемых уменьшилось при одновременном увеличении водорастворимых. Значительное увеличение процентного содержания экстрагируемых спирто-бензолом в плитном материале по сравнению с исходным (на 7%) можно объяснить переходом в спирто-бензольный экстракт продуктов химических реакций, протекающих во время горячего прессования. В подтверждение этого, параллельно был сделан химический анализ исходного осинового сырья и пластика из него (табл.1) с использованием в качестве органического растворителя этилового эфира, который извлекает в основном только смолистые вещества древесины [3].

Таблица 1

Сравнительный химический анализ исходного сырья  
и пластика из измельченной древесины с эфирной  
и спирто-бензольной экстракциями

Химические компоненты, %	Спирто-бензольная экстракция		Эфирная экстракция	
	исходное сырье	пластик	исходное сырье	пластик
Экстрагиру- емые органи- ческим раст- ворителем	3,80	10,68	1,03	1,25
Водораствор- имые	1,09	7,54	2,95	13,13
Легкогидро- лизуемые	24,12	20,70	24,45	23,02
Лигнин	21,04	17,58	22,29	24,53

В анализах, проведенных с использованием этилового эфира, наблюдается резкое увеличение количества водорастворимых (на 10%); содержание легкогидролизуемых уменьшилось на 1,5% (в случае спирто-бензольной экстракции -на 4%).

Количество лигнина в пластике не только не снизилось, как это наблюдалось в анализах со спирто-бензольной экстракцией, а возросло на 2%, возможно, вследствие нерастворимости преобразованных во время прессования углеводов в серной кислоте, используемой для анализа лигнина.

Однако применение спирто-бензольной смеси в химических анализах сырья и пластика из него дает возможность учесть ту часть компонентов древесины (как лигнина, так и углеводов), которая подверглась изменениям.

Результаты анализов прессованной по интервалам цельной древесины и исходного сырья приведены в табл.2.

Таблица 2

## Химический анализ модифицированной осиновой древесины

Время выдержки в горячем прессе, мин	Химические компоненты, %							
	спирто-бензольный экстракт		водорастворимые		легкогидролизуемые		лигнин	
	пресс-материал	исходный	пресс-материал	исходный	пресс-материал	исходный	пресс-материал	исходный
7,5	3,30	2,73	1,05	0,99	24,72	25,25	18,61	18,83
15	3,94	2,69	1,48	1,30	24,06	24,90	17,98	18,45
22,5	4,45	2,43	1,83	1,44	23,85	24,88	17,33	17,98
30	5,11	2,83	1,94	1,29	23,65	24,95	17,74	19,10
30 с охлаждением	5,51	2,49	2,78	1,58	22,38	25,19	17,22	19,38



Данные табл.2 свидетельствуют о том, что при модификации цельной осиновой древесины по разработанному технологическому режиму химические компоненты ее претерпевают изменения. Эти изменения происходят в одном направлении с изменениями в древесных пластиках из измельченного осиново-го сырья, несмотря на различия в параметрах прессования этих материалов. Гидролитические процессы постепенно в течение цикла прессования снижают выход легкогидролизуемых компонентов; количество водорастворимых соответственно возрастает.

Уменьшается содержание лигнина и одновременно увеличивается выход веществ, экстрагируемых спирто-беназолом.

Больших колебаний химического состава по частям ствола осиновой древесины не обнаружено (табл.2), как уже отмечалось в соответствующей литературе [7]. Колебания эти, составляющие для лигнина 1,5%, для остальных компонентов в среднем 0,5%, были учтены, и на рис.2 изображены количественные изменения древесных компонентов по отношению к исходному сырью (абсолютные изменения).

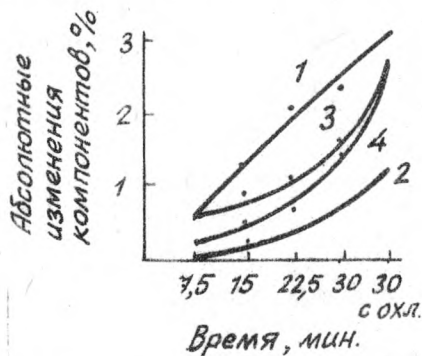


Рис.2. Изменения химических компонентов в процессе модификации цельной осиновой древесины по отношению к исходному сырью:

- 1- экстрагируемые спирто-беназолом;
- 2- водорастворимые;
- 3- легкогидролизуемые;
- 4- лигнин.

Вычисление абсолютных изменений позволило объяснить имеющееся для лигнина на стадии 30 мин отклонение в непрерывности уменьшения его выхода.

Таким образом, при трансформации осинового древесного сырья как измельченного, так и цельного, в прессованные материалы по принятым оптимальным режимам, химические изменения, наблюдаемые при этом в древесине, происходят постепенно и достигают максимальных значений в конечном материале.

Изучению этих изменений способствует проведение параллельных химических анализов сырья и пластиков из него с обесмоливанием в первой серии анализов этиловым эфиром, во второй — спирто-бензольной смесью.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Данилов В.В., Петри В.Н. Пластики без добавления связующих из осиновых опилок. "Известия. Лесной журнал", 1968, №5.
2. Аккерман А.С., Перехожи И.В. Способ получения прессованной древесины. Авт.свид. № 416252 с приор. от 26 октября 1973г. — "Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки", 1974, №7.
3. Оболенская А.В., Щеголев В.П., Аким Г.Л. и др. Практические работы по химии древесины и целлюлозы. М., "Лесная промышленность", 1965.
4. Шарков В.И., Куйбина Н.И., Соловьева Ю.П. Количественный химический анализ растительного сырья. М., "Лесная промышленность", 1968.
5. Солечник Н.А., Наткина Л.Н., Коромылова Т.С., Лихачева Л.И. Исследование химических процессов при получении древесных пластиков без связующих. — В кн.: Труды ЛТА, вып. 98, Л., изд. ЛТА, 1962.
6. Питные материалы и изделия из древесины и других одревесневших растительных остатков без добавления связующих. Под ред. проф. Петри В.Н. М., "Лесная промышленность", 1976.
7. Никитин Н.И. Химия древесины и целлюлозы. М.-Л., Изд-во

УДК 674.812:557.531

Н.Н.Скорняков  
(Уральский лесотехнический  
институт)

## ОСЛАБЛЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ ПЛАСТИКАМИ ИЗ ЦЕЛЬНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Древесные пластики нашли практическое применение в народном хозяйстве. Поэтому исследование ослабления рентгеновских лучей при прохождении через древесные пластики представляет не только теоретический, но и практический интерес.

Цель данной работы – теоретический расчет и экспериментальное определение коэффициентов ослабления рентгеновских лучей пластика и исходной древесины. Объектами исследования были древесина пихты и пластик из нее. Пластик из цельной древесины пихты был получен при давлении 7,85 МПа, температуре 155°C, продолжительности прессования 3 мин/мм при одноосном прессовании. Относительная деформация сжатия равна 60–65%.

Теоретический расчет коэффициентов ослабления

При прохождении рентгеновских лучей через вещество их интенсивность уменьшается по закону

$$I = I_0 e^{-\mu d}, \quad (1)$$

где  $I_0$  – интенсивность пучка падающих параллельных лучей на вещество;

$I$  – интенсивность лучей, прошедших путь  $d$  в веществе;

$\mu$  – линейный коэффициент ослабления.

Отношение  $\frac{\mu}{\rho}$  (где  $\rho$  — плотность вещества) носит название массового коэффициента ослабления.

Ослабление интенсивности рентгеновских лучей при прохождении через какое-либо вещество зависит от рода и количества атомов, входящих в его состав. Массовый коэффициент ослабления химически сложного вещества, состоящего из нескольких элементов, можно вычислить по формуле (1)

$$\frac{\mu}{\rho} = \frac{\mu_1}{\rho_1} \beta_1 + \frac{\mu_2}{\rho_2} \beta_2 + \dots + \frac{\mu_n}{\rho_n} \beta_n, \quad (2)$$

где  $\beta$  — весовая доля каждого элемента.

По известному элементарному составу древесины пихты [2,3], воды и массовым коэффициентам ослабления [1], входящим в состав древесины и воды, для данной длины волны рентгеновских лучей, равной  $71 \text{ нм}$ , по формуле (2) были рассчитаны массовые коэффициенты ослабления абсолютно сухой древесины пихты и воды.

Древесина пихты имеет следующий элементарный состав: С-51,39%, Н-6,11%, О-41,56%, N-0,94%, а вода: Н-11,1%, О-88,9%.

Коэффициент ослабления элементов имеет такие значения: С-0,101 м<sup>2</sup>/кг, Н-0,034, О-0,214, N-0,157 м<sup>2</sup>/кг, и воды — 0,196 м<sup>2</sup>/кг.

Вычисленные значения коэффициентов ослабления абсолютно сухой древесины пихты представлены в табл.1.

По абсолютной влажности можно легко найти относительную влажность и весовые доли абсолютно сухой древесины и воды в данном образце пластика или древесины и рассчитать массовые коэффициенты ослабления при любой их влажности.

Переход от абсолютной влажности к относительной проводился по формуле

$$W\% = \frac{W_1 100}{W_2 100}, \quad (3)$$

а расчет массовых коэффициентов ослабления — по формуле

$$\frac{\mu}{\rho} = \frac{\mu_1}{\rho_1} \beta_1 + \frac{\mu_2}{\rho_2} \beta_2, \quad (4)$$

где  $\frac{\mu_1}{\rho_1}, \frac{\mu_2}{\rho_2}$  — массовые коэффициенты ослабления абсолютно сухой древесины и воды;

$\beta_1, \beta_2$  - весовые доли абсолютно сухой древесины и воды.

Вычисленные значения массовых и линейных коэффициентов ослабления пластика и исходной древесины пихты представлены в табл. I.

Опытное определение коэффициентов ослабления

В работе использовались рентгеновская установка УРС-70, радиометр Б-2 со счетчиком СТ-6 и применялся узкий пучок рентгеновских лучей с эффективной длиной волны  $71 \text{ нм}$  ( $U = 26,2 \text{ кВ}$ ).

Исследуемый образец помещался между двумя круглыми диафрагмами диаметром  $2 \text{ мм}$ , счетчик находился за второй диафрагмой.

Если пропустить пучок параллельных рентгеновских лучей через пластинку вещества толщиной  $d_1$ , а затем через пластинку этого же вещества толщиной  $d_2$  и измерить интенсивность пучков на выходе из этих пластинок, то можно экспериментально определить линейный коэффициент ослабления  $\mu$  вещества этих пластинок.

Из формулы (1) следует, что интенсивность пучка лучей на выходе из пластинок толщиной  $d_1$  и  $d_2$  будут равны соответственно

$$I_1 = I_0 e^{-\mu d_1}, \quad I_2 = I_0 e^{-\mu d_2}.$$

Разделив одно уравнение на второе, получим

$$\frac{I_1}{I_2} = e^{\mu(d_2 - d_1)}$$

Отсюда следует, что  $\mu = \frac{\ln \frac{I_1}{I_2}}{d_2 - d_1}$ . (5)

Интенсивность пучка лучей пропорциональна числу импульсов, зарегистрированных радиометром в единицу времени с учетом фона счетчика. Поэтому формулу (5) можно записать в следующем виде

$$\mu = \frac{\ln \frac{n_1 - n_0}{n_2 - n_0}}{d_2 - d_1}, \quad (6)$$

где  $n_1$  и  $n_2$  - число импульсов в единицу времени при прохождении пучка лучей через пластинки данного вещества толщиной  $d_1$  и  $d_2$ ;

$n_0$  - фон счетчика.

Опыт проводился следующим образом.

1. Включалась рентгеновская установка, напряжение и сила тока поддерживались во время опыта строгими постоянными. Определялся фон счетчика при закрытом окошке рентгеновской трубки за 1 мин.

2. Между диафрагмами помещался образец пластика или исходной древесины толщиной  $d_1$  и определялось число импульсов  $n_1$  за 1 мин. Затем помещался образец пластика или исходной древесины толщиной  $d_2$  и определялось число импульсов  $n_2$  за 1 мин.

Число импульсов  $n_0, n_1, n_2$  для каждого образца определялось 6 раз и вычислялись средние значения.

Наименование материала	$n_0$	$n_1$	$d_1, \text{см}$	$n_2$	$d_2, \text{см}$
Пластик	85	864	1,05	179	2,06
Пихта исходная	85	2960	1,04	1688	2,05

Экспериментальные значения коэффициентов ослабления пластика и исходной древесины представлены в табл.1. Из табл.1. видно, что вычисленные и найденные из опыта значения коэффициентов ослабления довольно хорошо совпадают, причем линейный коэффициент ослабления рентгеновских лучей пластика почти в четыре раза больше, чем исходной древесины.

Таблица 1

Коэффициенты ослабления пластика и исходной древесины

Пластик и порода древесины	Вычисленные коэффициенты ослабления		Влажность, %		Плотность $\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Опытные коэффициенты ослабления	
	$\mu, \frac{\text{м}^2}{\text{г}}$	$\mu, \text{м}^{-1}$	относительная	абсолютная		$\mu, \frac{\text{м}^2}{\text{г}}$	$\mu, \text{м}^{-1}$
Пихта исходная	0,155	58,13	11,5	13,0	375	0,156	58,22
Пихта абсолютно сухая	0,149	52,15	-	-	350	-	-
Пластик	0,155	210,80	11,9	13,3	1360	0,156	211,5

## Выводы

1. В работе предложен метод расчета коэффициентов ослабления рентгеновских лучей древесных пластиков и древесины пихты при любой их влажности и проведен расчет коэффициентов ослабления древесины по атомарному составу и влажности.

2. Экспериментально определены коэффициенты ослабления рентгеновских лучей пластика из цельной древесины пихты и исходной древесины. Опытные и вычисленные значения коэффициентов ослабления довольно хорошо совпадают.

3. Линейный коэффициент ослабления рентгеновских лучей пластика из цельной древесины пихты почти в четыре раза больше, чем исходной древесины.

4. Древесные пластики могут быть использованы при сооружении защитных устройств (стен, экранов) при работе с рентгеновскими и радиоактивными излучениями. Поэтому определение коэффициентов ослабления древесных пластиков представляет не только теоретический, но и практический интерес.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Миркин А.И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. М., Госфизматиздат, 1961.

2. Никитин Н.И. Химия древесины и целлюлозы. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1962.

3. Богомолов Б.Д. Химия древесины и основы химии высокомолекулярных соединений. М., "Лесная промышленность", 1973.

УДК 674.815-41

А.А.Леонович, В.И.Бровкина  
(Лесотехническая академия  
имени С.М.Кирова)

## УЧАСТИЕ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ВСПЕНИВАЮЩИХСЯ КОМПОЗИЦИЙ В ОБРАЗОВАНИИ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

В производстве древесноволокнистых плит (ДВП) сухим способом определилось и интенсивно развивается новое направление по выработке утолщенных плит плотностью  $500-800 \text{ кг/м}^3$  [5,6]. Такие плиты успешно конкурируют с древесностружечными в производстве мебели и элементов внутренней отделки помещений. Возможности способа далеко не исчерпаны. Исследуется процесс образования ДВП, разрабатываются новые принципы.

В частности, рациональным оказался способ изготовления ДВП пониженной плотности, основанный на использовании внутреннего давления олигомерных и полимерных вспенивающихся композиций [1,3]. Одним из авторов [4] установлено существенное влияние температурного интервала размягчения компонентов конгломератной плиты на процесс ее образования. В настоящей статье это направление развивается применительно к получению ДВП с использованием фенолоформальдегидных вспенивающихся композиций.

### Методическая часть

Древесное волокно преимущественно лиственных пород (70% осины) было выработано на Шекснинском заводе древесноволокнистых плит. В качестве вспенивающихся композиций применяли порошковую фенолоформальдегидную смолу новолачного типа ФФ 010 с газообразователем и уротропином -полуфабрикат для производства пенопласта ФФ, а также композицию АФ на основе алкилфенольной смолы, уротропина и газообразователя, соответствующую ТУ 38-309-27-75. В качестве газообразователя в ком-



позициях использовали ЧХЗ-57 (МРТУ 6-14-237-69) с газовым числом 136-150 см<sup>3</sup>/г. Продукт КМ-3 получали конденсацией в расплаве ортофосфорной кислоты и мочевины при температуре 132°C.

Размягчение определяли на металлической пластинке при скорости нагрева пластинки 3 град/мин. Термомеханические кривые снимали на приборе "весы Каргина" без предварительной запрессовки препарата. Скорость нагрева 1,5 град/мин, давление 0,01 МПа.

Плиты прессовали с ограничительными рамками из древесного волокна, обработанного продуктом КМ-3, а также без обработки. Температура греющих плит пресса 180°C, продолжительность 12 мин. Толщина готовых ДВП 10мм, плотность 650-670кг/м<sup>3</sup>.

#### Экспериментальная часть

Ниже приведены температурные характеристики композиций ФФ и АФ, определенные по методике с использованием металлической пластинки.

	Композиция ФФ	Композиция АФ
Температура размягчения, °C	77	80
Температура плавления, °C	89	90
Температура отверждения, °C	138	190

На рис.1 приведены термомеханические кривые для композиции ФФ с древесным волокном, а также с инертным наполнителем асбестом. Соотношение компонентов 1:1. По этим данным размягчение композиции происходит при температуре  $73 \pm 2^\circ\text{C}$ , а взаимодействие с компонентами древесного волокна получает развитие, начиная с температуры  $100 \pm 5^\circ\text{C}$ . Деформируемость древесного волокна при этом резко снижается, тогда как в случае асбеста, содержащего композицию ФФ коэффициент деформации  $d\varepsilon/dT$  остается постоянным почти до  $135^\circ\text{C}$ , и только с дальнейшим повышением температуры ход кривой принимает характер, типичный для структурирующихся полимеров. Это отвечает процессу отверждения композиции и совпадает с данными, определенными по методике на металлической пластинке.

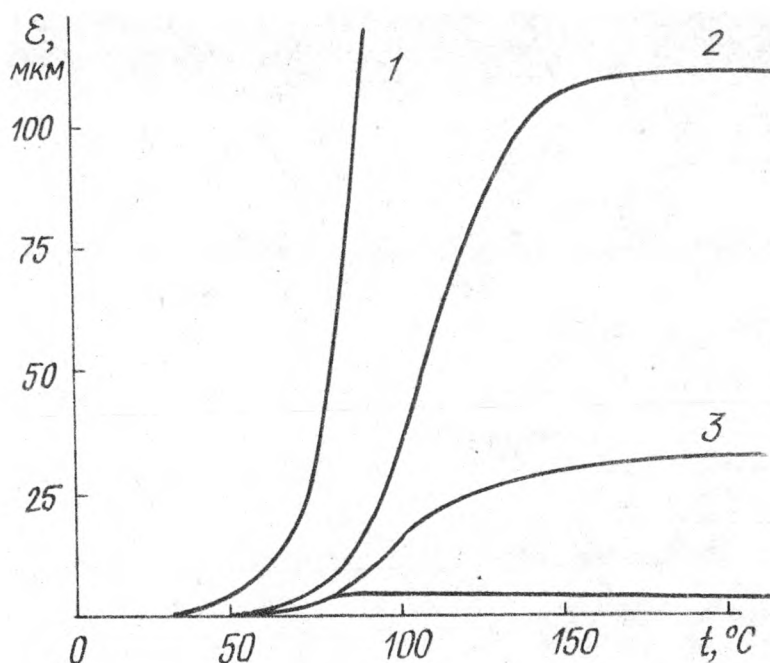


Рис.1. Термомеханическая характеристика композиции ФФ и взаимодействия ее с наполнителем:  
1- композиция ФФ; 2- композиция ФФ с асбестом;  
3- композиция ФФ с древесным волокном;  
4- асбест.

На рис.2 приведены аналогичные результаты с композицией на основе смолы АФ. Взаимодействие с древесным волокном наблюдается при температуре порядка  $100^{\circ}\text{C}$ , тогда как в случае инертного наполнителя (асбеста) коэффициент  $d\varepsilon/dT$  изменяет свое значение при температуре  $180^{\circ}\text{C}$ . Согласованность данных, определенных термомеханическим методом, с данными стандартных определений дает представление о температурных границах процесса размягчения и образования формостабильной структуры.

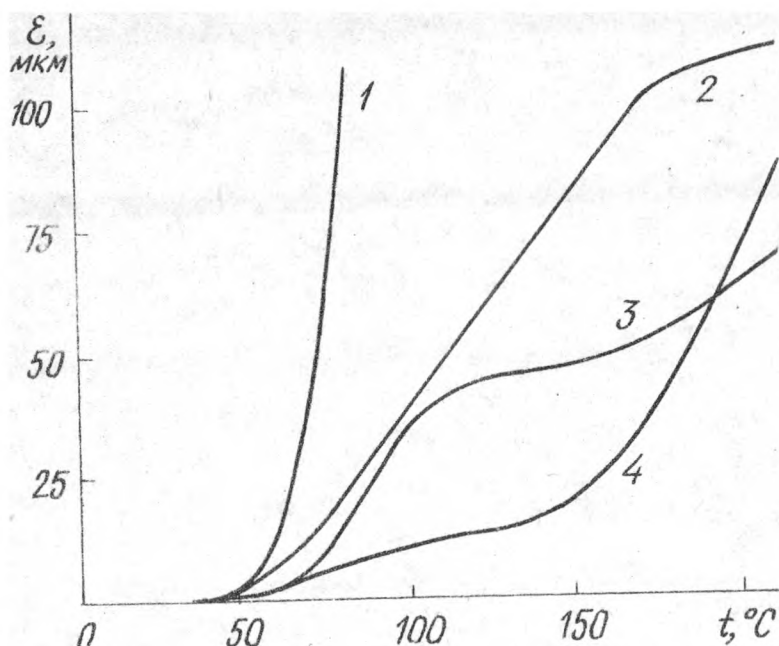


Рис. 2. Термомеханическая характеристика композиции АФ и взаимодействия ее с наполнителем:  
 1- композиция АФ; 2- композиция АФ с асбестом;  
 3- композиция АФ с древесным волокном;  
 4- древесное волокно.

Сравнивая между собой результаты термомеханического анализа композиций ФФ и АФ, можно отметить преимущества композиции ФФ, процесс отверждения и взаимодействия с древесным волокном которой завершается более полно, и на термомеханической кривой нет дополнительного перегиба. В случае же композиции АФ при температуре  $180^{\circ}\text{C}$  проявляется некоторая термопластичность или незавершенность процессов сшивки.

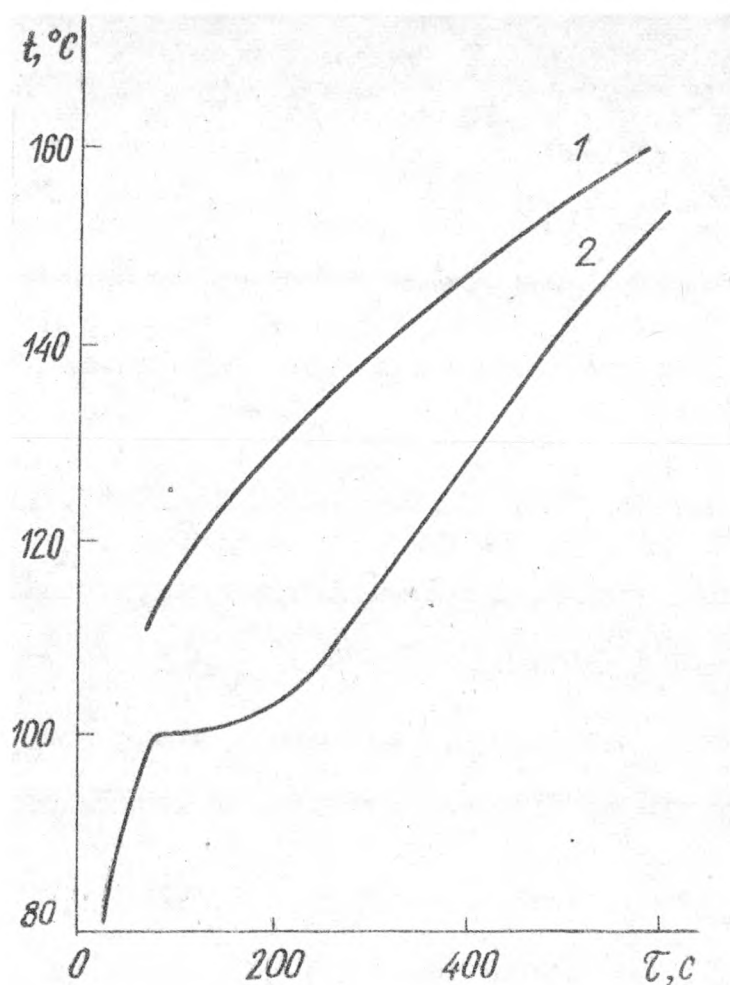


Рис.3. Кинетика прогрева ДВН, изготовленных с использованием вспенивающейся композиции ФФ;

1- температура в предповерхностном слое;

2- температура в среднем слое.

Тот факт, что взаимодействие изучаемых композиций с древесным волокном происходит по данным термомеханического анализа при температуре  $100^{\circ}\text{C}$ , т. е. значительно ниже температуры собственного отверждения композиций, имеет существенное значение для качества плит, если учесть кинетику прогрева ДВП (рис.3). Нарастание температуры внутри плиты происходит медленно и явно недостаточно для отверждения композиции АФ в принятых условиях.

Запрессовка композиции ФФ с древесным волокном и с асбестом (соотношение 1:1) при температуре  $110^{\circ}\text{C}$  с последующей экстракцией измельченных препаратов ацетоном показала, что часть олигомерной смолы в условиях опыта переходит в нерастворимое состояние. Причем, в присутствии древесного волокна нерастворимая фракция существенно увеличивается.

Препарат	Нерастворимая в ацетоне фракция, %
Композиция ФФ с асбестом	4,1
Композиция ФФ с древесным волокном	16,2

Потерю растворимости рассчитывали на смолу ФФ 010, введя поправку на количество экстрагируемых ацетоном веществ, содержащихся в наполнителях. Полученные результаты согласуются с данными термомеханического анализа и свидетельствуют о взаимодействии композиции с древесным волокном.

Отмеченные особенности композиции ФФ по сравнению с АФ проявляются и в качественных показателях ДВП. В таблице приведены характеристики ДВП пониженной плотности, изготовленные при расходе вспенивающихся композиций 10 мас.% в двух сериях: первая - из исходного древесного волокна, вторая - из древесного волокна, в которое перед смешением со вспенивающимися композициями был введен продукт КМ-3 при расходе 6 мас.%. Продукт КМ-3 многофункционален. Это - антипирен [5], при малом расходе (до 5%) назначение его состоит в ингибировании воспламенения древесного волокна в технологическом процессе изготовления плит сухим способом [2]. Кроме того, он положительно влияет на повышение прочности плит, особенно при наличии в них вспенивающихся композиций. Механизм действия продукта КМ-3 будет рассмотрен отдельно.

Из приведенных данных следует, что с использованием вспенивающихся композиций могут быть получены ДВП пониженной плотности с прочностью, превышающей нормативные показатели, установленные для подобных материалов. Отличительные особенности таких плит включают высокую устойчивость их при набухании в воде, причем и в этом случае продукт КМ-3 оказывает положительное влияние.

Из-за наличия открытых пор и пустот водопоглощение плит остается на уровне показателей твердых и полутвердых ДВП. Плиты с композицией ФФ поглощают за 24 ч 27%.

Основные показатели утолщенных ДВП в зависимости от вида вспенивающихся композиций и продукта КМ-3

Вспенивающаяся композиция	Разрушающее напряжение при изгибе, МПа		Набухание за 24 ч, %	
	исходное древесное волокно	волокно, содержащее продукт КМ-3	исходное древесное волокно	волокно, содержащее продукт КМ
ФФ	24,5	36,5	6,6	5,6
АФ	13,9	21,8	14,3	11,4
Без вспенивающейся композиции	7,3	8,3	35,9	36,0

Естественно, что повышением расхода вспенивающихся композиций можно улучшить качество ДВП или снизить их плотность. Снижение же расхода отрицательно влияет на показатели, и критерияльным является расход 5 мас.%, поскольку при меньшем количестве композиции давление газообразователя оказывается недостаточным для эффекта внутренней подпрессовки в процессе образования плит.

## Выводы

Физико-механические показатели утолщенных ДВП пониженной плотности при изготовлении с использованием вспенивающихся композиций свидетельствуют о перспективности данного направления. В настоящей статье не рассматривались вопросы технологии изготовления плит, поскольку последняя еще находится в стадии разработки. Однако, очевидно, что существенных усложнений введение порошковых композиций не вызовет. Некоторые условия изготовления плит с порошковыми вспенивающимися композициями рассмотрены нами в статье [4]. В настоящей работе установлена положительная роль древесного волокна в "отверждении" олигомерной смолы. Наблюдаемый на термомеханических кривых эффект структурирования может быть отнесен к взаимодействию композиции с древесным волокном, а также к каталитическому влиянию древесного волокна на процесс отверждения. Роль физического фактора при этом должна быть исключена, так как использование в качестве наполнителя асбеста не дает аналогичного эффекта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Леонович А.А., Даюбин В.А., Мерсов Е.Д. и др. Композиция для изготовления древесноволокнистых плит. Авт. свид. № 491481 с приор. от 15 ноября 1975г. - "Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки", 1975, № 42.
2. Мирецкий В.Ю., Гольдберг И.М., Бирюков В.И. и др. Способ обработки волокнистых и пылевидных частиц органического происхождения. Авт. свид. № 499132 с приор. от 15 января 1976г. - "Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки", 1976, № 2.
3. Леонович А.А. Способ изготовления плит из древесного волокна. Авт. свид. № 481456 с приор. от 25 августа 1975г. - "Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки", 1975, № 31.

4. Леонович А.А. О снижении плотности древесноволокнистых плит сухого способа производства. - "Изв. вузов. Лесной журнал", 1975, № 5.

5. Леонович А.А., Царев Г.И. Современные способы изготовления древесноволокнистых плит специальных видов. М., изд. ВНИПИЭИлеспром, 1975.

6. Обседшевская Г.Н. Полутвердые древесноволокнистые плиты за рубежом. М., изд. ВНИПИЭИлеспром, 1975.



УДК 674.8-41

В.Д.Волкова, В.В.Желдакова  
(Уральский лесотехнический  
институт)

ПЛОТНОСТЬ И ВЛАЖНОСТЬ ПЛИТ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ  
БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ – КРИТЕРИИ ОПТИМАЛЬНОСТИ  
УСЛОВИЙ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Необходимость оптимизации технологических параметров изготовления пластиков из древесного сырья различного породного состава без добавления связующих [1] требует оперативно-го их определения в условиях производства, где может резко изменяться состав пресс-материала. Поэтому разработка экспресс-методов определения значений потребных параметров прессования пластиков из изменившегося сырья, обеспечивающих получение высококачественных материалов, является актуальной.

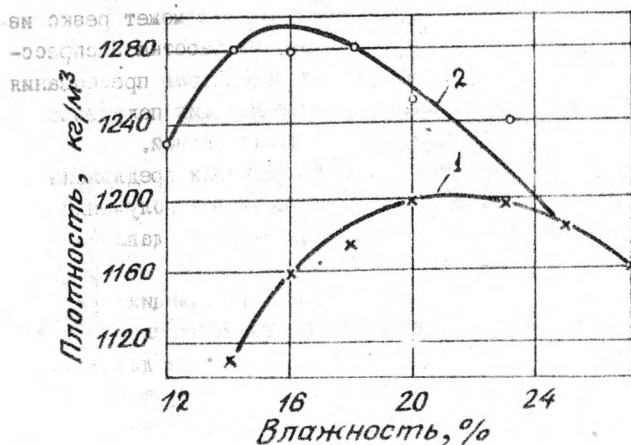
В ранее опубликованной работе [2] были предложены экспресс-методы определения влажности сырья при получении пластиков с высокими техническими свойствами при давлении 2,5 МПа.

Разработанный метод "пластической деформации" [2] оказался пригодным лишь для давления прессования плит 2,5 МПа, так как максимальная пластичность пресс-материала для всех изученных давлений сжатия (от 1,5 до 4,9 МПа) наблюдается при одной и той же влажности. Поэтому работа по нахождению универсального метода определения оптимальной влажности пресс-материала для любых значений давления прессования проводилась в другом направлении. В качестве критерия была использована плотность пластиков, изготовленных при прочих оптимальных условиях.

При обобщении многочисленных экспериментальных данных по физико-механическим свойствам плит, полученных при различных давлениях прессования из сырья разной влажности (с соблюдением прочих оптимальных условий), была установлена следующая закономерность: если пластики запрессованы при оптимальной влажности, то при каждом конкретном значении давления получается материал наивысшего уровня плотности.

Это наглядно видно на примере с плитами из березовой дробленки (см. рисунок).

Максимальная плотность плит, изготовленных из березовой дробленки, наблюдается для давления 2,5 МПа при влажности пресс-материала 20-25%, а для 5 МПа - при 16%. Эти значения влажности сырья являются оптимальными [3], что подтверждается данными физико-механических свойств пластиков (табл. 2)



Зависимость плотности плит от влажности березовой дробленки:

- 1- давление 2,5 МПа;
- 2- давление 5,0 МПа.

Таблица 1

Зависимость физико-механических свойств плит  
от влажности березовой дробленки и давления прессования

Показатели	Влажность пресс-материала, %							
	12	14	16	18	20	23	25	27
Давление прессования 2,5 МПа								
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	-	13,3	16,1	16,8	17,3	16,0	13,2	11,6
Разбухание по толщине, %	-	24,0	14,0	12,0	6,0	8,0	7,0	7,0
Водопоглощение за 24 ч, %	-	23,0	16,0	12,0	7,0	10,0	10,0	9,0
Влажность, %	-	9,9	10,5	12,0	12,2	11,9	19,0	22,1
Общее влагосодержание, %	-	26,0	22,0	20,3	16,7	18,8	23,6	24,0
Давление прессования 5 МПа								
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	19,0	24,3	22,0	19,5	18,1	16,0	-	-
Разбухание по толщине, %	13,0	9,0	8,0	5,0	7,6	4,8	-	-
Водопоглощение за 24ч, %	16,0	9,0	7,0	5,0	6,8	8,0	-	-
Влажность, %	9,3	10,0	10,6	14,9	16,5	15,9	-	-
Общее влагосодержание, %	21,1	16,0	15,5	17,1	19,6	20,7	-	-

Приведенные данные свидетельствуют о том, что по значениям плотности плит, изготовленных из сырья различной влажности, можно достаточно точно определить оптимальную влажность древесного пресс-материала.

Определение плотности плит может производиться прямым, а также косвенным способом, например, в зависимости от скорости прохождения ультразвука через материал. Р.А. Бояркиной [4] для ЛУДП из любого конкретного вида сырья установлена линейная зависимость плотности от скорости прохождения ультразвука через плиту.

Применение универсального экспресс-метода позволит значительно сократить длительность процесса нахождения параметра влажности пресс-материала (по сравнению с традиционным) путем горячего прессования измельченной древесины различной влажности, кондиционирования плит и определения всех физико-механических свойств.

Помимо влажности пресс-материала основными параметрами горячего прессования, требующими строгого соблюдения при изготовлении пластиков, являются температура и продолжительность ее воздействия в процессе прессования.

В ранее проведенных исследованиях на различных партиях сырья при давлении прессования 2,5 МПа было установлено, что влажность готового пластика является функцией условий его горячего прессования [5].

При оптимальном режиме прессования влажность пластика равна влажности используемого пресс-материала, так как для получения кондиционного пластика необходимо, чтобы гидролиз полисахаридов проходил не до мономеров, а до более крупных осколков макромолекул, способных при взаимодействии с лигнином создавать новые лигноуглеводные комплексы, склеивающие пресс-материал в монолитный пластик [1]. С ужесточением (сверх оптимального) температурного режима прессования влажность пластика увеличивается вследствие термической деструкции древесины, приводящей не только к разрушению полисахаридов до мономеров, но и к разложению последних, связанному с выделением значительного количества воды. При заниженных параметрах изготовления пластиков, следствием которых является замедленное уплотнение материала, создающее возможности для диффузии и испарения влаги — влажность пластиков оказывается ниже влажности используемого сырья.

Для проверки вышеизложенной закономерности на различных уровнях давления прессования был поставлен эксперимент при давлениях 2,5; 5,0 и 9,0 МПа. В качестве сырья использовались сосновые опилки. Ниже приведены характеристики оптимальных условий изготовления пластиков.

## Оптимальные условия изготовления пластиков

Давление прессования, МПа	Влажность пресс-материала, %	Температура горячего прессования, °С	Продолжительность горячего прессования, мин/мм
2,5	19	170	1,4
5,0	13	170	1,0
9,0	8	180	1,3

Для изучения влияния температуры горячего прессования на показатели физико-механических свойств плит последние изготавливались при оптимальных значениях влажности пресс-материала и продолжительности горячего прессования. При изучении влияния продолжительности горячего прессования постоянными факторами, фиксированными на оптимальном уровне, были температура горячего прессования и влажность сырья. Результаты испытаний приведены в табл.2.

Из табл.2 видно, что при варьировании как температуры, так и продолжительности горячего прессования для всех изученных давлений прессования наблюдается единая закономерность между влажностью пластика после запрессовки и показателями его физико-механических свойств. Оптимальное сочетание показателей физико-механических свойств наблюдается у пластиков, влажность которых близка к влажности используемого пресс-материала.

Таблица 2

Зависимость физико-механических свойств плит  
от температуры и продолжительности горячего прессования

Показатели	Температура горячего прессования, °С					Продолжительность горячего прессования, мин/мм				
	Давление прессования 2,5 МПа									
	140	155	170	185	200	0,6	1,0	1,4	1,8	2,2
W	17,9	18,1	18,4	20,6	25,3	17,4	17,7	18,4	19,6	20,7
б	10,1	12,3	15,1	15,0	7,2	12,0	13,4	15,1	13,6	13,2
ΔS	37,8	18,9	12,4	9,3	8,1	30,2	14,7	12,4	11,1	10,6
	Давление прессования 5,0 МПа									
	140	155	170	185	200	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
W	12,6	12,8	15,0	14,1	17,2	12,7	12,8	13,0	13,6	14,3
б	18,2	18,6	20,3	17,9	8,8	18,0	18,2	20,3	18,5	17,6
ΔS	39,4	25,8	11,3	9,2	7,2	16,1	12,0	11,3	9,9	7,4
	Давление прессования 9,0 МПа									
	160	170	180	190	200	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9
W	7,1	7,5	8,0	9,0	11,2	7,5	7,6	8,0	9,1	9,7
б	21,9	21,2	21,0	16,2	11,5	21,0	21,1	21,0	17,2	13,2
ΔS	17,3	10,4	8,4	8,3	7,8	17,9	10,0	8,4	8,2	7,0

Примечание. W -влажность после запрессовки, % ;

б -предел прочности при статическом  
изгибе, МПа;

ΔS -разбухание по толщине за 24 ч, % .

При ужесточенных режимах прессования влажность пластиков выше влажности сырья, а при заниженных -ниже.

Таким образом, влажность готового пластика может рассматриваться как критерий оптимальности режима горячего прессования.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Плитные материалы и изделия из древесины и других одревесневших остатков без добавления связующих. Под ред. проф. Петри В.Н. М., "Лесная промышленность", 1976.

2. Волкова В.Д., Петри В.Н. Ориентировочное определение оптимальной влажности древесных частиц при изготовлении лигноуглеводных пластиков.- "Механическая обработка древесины", 1971, № 10.

3. Трошунина И.А. Разработка технологии изготовления лигноуглеводных древесных пластиков из древесины березы.

Дис. на соиск. учен. степени канд.техн.наук, Елизава, 1968. (Латвийская с.-х. академия).

4. Бояркина Р.А., Огоньков С.К. Изучение стабильности физико-механических свойств изделий из древесных пластиков.- В сб.: Технология древесных плит и пластиков. Свердловск, изд. УПИ, 1976.

5. Желдакова В.В. О влиянии температуры горячего прессования на влажность пластика непосредственно после запрессовки.- В сб.: Древесные плиты и пластики. Свердловск, изд. УЛТИ, 1975.

УДК 674:817-41:621,547

Г.Н.Вахтеров, В.И.Бирюков,  
Э.М.Бегляров  
(Всесоюзный научно-исследователь-  
ский институт древесины)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ В СВОБОДНОМ ВОЗДУШНОМ ПОТОКЕ

Создание новых высокопроизводительных формирующих устройств, позволяющих в воздушной среде получать ковер с обогащенными поверхностями, требует изучения аэродинамических характеристик древесных частиц в газовых (воздушных) потоках.

При формировании ковра процессы ориентации, распределения, осаждения на сетки древесных частиц, а также фильтрации формирующего агента протекают взаимосвязанно. Более того, они протекают одновременно в сложных аэродинамических и физических условиях, и изменение одного из них неизбежно влияет на параметры другого. В связи с этим объяснение механизма явлений, протекающих во время формирования ковра, и их математическая трактовка представляют значительные трудности.

В отечественной и зарубежной литературе исследованию турбулентных газовых струй, механики двухфазных струй газа с примесью твердых частиц или капель посвящено довольно большое число работ.

В работах [1,2] Г.Н.Абрамовича представлена теория расчета турбулентных струй и дается описание процесса распространения поля и профили скоростей осесимметричных газовых потоков.

Исследования кинематики и динамики твердых частиц в газовой среде приведены в работах [3,4], в которых рассматриваются вопросы теплообмена, массообмена между газом и частицами, а также расчет относительной и абсолютной скоростей движения твердых частиц в гетерогенных системах.



Вопросы распределения капель или твердых частиц в процессе их движения в газовых потоках были исследованы рядом авторов [5,6,7], которых интересовали данные об удельных полях потоков для форсунок, равномерность и тонина распыла жидкостей, распределение топлива (угольная пыль, бензин, мазут) по сечению распыленной струи. Известны также работы [8,9] по исследованию аэродинамических характеристик измельченных лигноцеллюлозных материалов.

Большинство исследований, касавшихся аэродинамики свободных газовых струй, были узко специальными и рассматривали, например, вопросы поведения в потоке цементной или угольной пыли, кварцевого песка и т.д. Изучению динамики распределения в свободных воздушных потоках измельченных лигноцеллюлозных материалов не уделялось большого внимания, и сведения по этим вопросам в литературе недостаточны.

В связи с разработкой нового способа и устройства для воздушно-вакуумного формирования, симметричного по структуре облагороженного ковра, нами были проведены экспериментальные исследования по определению степени отклонения единичных частиц от оси свободного воздушного потока в зависимости от размеров и плотности частиц, а также скорости воздуха. Эти вопросы являются определяющими при нахождении оптимальных конструктивных и технологических параметров формирующей установки.

Для выяснения закономерностей поведения твердых частиц в движущейся газовой среде наибольший интерес представляет изучение, в первую очередь, вертикального прямого тока сверху вниз, где направления силы тяжести и силы сопротивления среды, воздействующих на твердую частицу совпадают, что же касается других направлений потока, то для них принципиальные выводы о характере движения частиц в газовой среде останутся в силе.

Для определения влияния указанных факторов нами была разработана и изготовлена установка по изучению аэродинамических характеристик единичных частиц в свободном воздушном потоке. (рис.1).

Частицы в разгонную трубку 4, крепящуюся штангами 3 к стойке 9, вводились в воронку 6 или посредством шнека 12. Подхватенные воздушным потоком, выходящим из патрубка 5, частицы направлялись в сторону мишени 1 и оседали на сетку, с предварительно нанесенным на нее слоем вазелина. Значение давления

сжатого воздуха определялось манометром 7 и регулировалось редуктором 8. Расстояние от среза насадка 2 до мишени 1 отсчитывалось по шкале 10.

Древесные частицы, в частности, дефибраторное волокно имеют небольшие размеры и цилиндрическую форму (длина 1,4-3,14 мм, диаметр 0,044-0,047 мм). В условиях проведения эксперимента точная фиксация местоположения таких мелких частиц на мишени была затруднительна. Поэтому для выявления общих закономерностей распределения единичных частиц в воздушном потоке были выбраны шарообразные пенопластовые частицы различных диаметров - 2,5; 4; 8; 10; 12 мм, плотностью 40 кг/м<sup>3</sup>.

Скорость потока воздуха, подаваемого в разгонную трубку в течение эксперимента, была постоянна и равнялась 18,2 м/с.

Давление сжатого воздуха после редуктора составляло 0,25 МПа. Давление по оси воздушного потока измерялось при помощи трубки Пито. Повторность опыта составляла 10.

Цель настоящих исследований заключалась в изучении динамики твердых частиц в свободном воздушном потоке и ограничивалась определением степени отклонения частиц от оси потока в зависимости от диаметра частиц, их плотности, а также пути пробега частиц в потоке.

Результаты измерения давления и скорости воздуха по оси потока приведены в табл.1.

Таблица 1

Давление и скорость воздуха на оси потока

Расстояние от среза насадка, м	Динамическое давление, Па	Статическое давление, Па	Скорость потока, м/с
0,01	560	-	18,2
0,10	510	-	17,8
0,20	480	-	15,7
0,30	360	80,0	12,5
0,40	220	58,0	11,3
0,50	160	36,0	9,8
0,60	140	30,0	6,95
0,70	130	21,0	6,7
0,80	120	11,0	6,26

Продолжение таблицы 1

Расстояние от среза насадка, м	Динамическое давление, Па	Статическое давление, Па	Скорость потока, м/с
0,90	100	9,0	5,42
1,00	90	8,7	4,8
1,10	84	7,0	4,4
1,20	78	4,4	3,62
1,30	71	3,6	3,1
1,40	63	2,6	2,54
1,50	56	1,8	2,1

Из табл.1 видно, что скорость и давление воздуха по оси потока уменьшаются с увеличением расстояния от среза насадка. Следовательно, продольная составляющая сил, действующих на частицы, по мере удаления от среза насадка тоже уменьшается.

О величине поперечной (радиальной) составляющей сил, обусловленных перепадом давления между центральными и периферийными областями потока, можно косвенно судить по степени отклонения частиц от оси потока (рис.2).

Действием этих радиальных сил и объясняется наблюдаемое различное отклонение частиц от оси воздушного потока в зависимости от размеров и количества движения.

Для определения степени отклонения в зависимости от плотности частиц были отобраны пенопластовые частицы диаметром 8 мм. Вес частицы изменялся помещением внутрь ее, без изменения объема и формы 1/8, 1/4, 1/2, 3/4, 1 частей свинцовой дробинки.

Затем частицы вводились в воздушный поток и производились замеры отклонения частиц от центра мишени. Расстояние мишени от среза насадка было постоянно и составляло 2000 мм. Давление воздуха в редукторе составляло 0,25 МПа, т.е. скорость воздуха на выходе из насадка была постоянной и равнялась 18м/с.

Результаты опытов представлены на рис. 3.

Характер кривой отклонения в зависимости от плотности частиц имеет вид, подобный кривым отклонения в зависимости от диаметра частиц. Это значит, что в воздушном потоке происходит пространственное распределение частиц не только в зависимости от

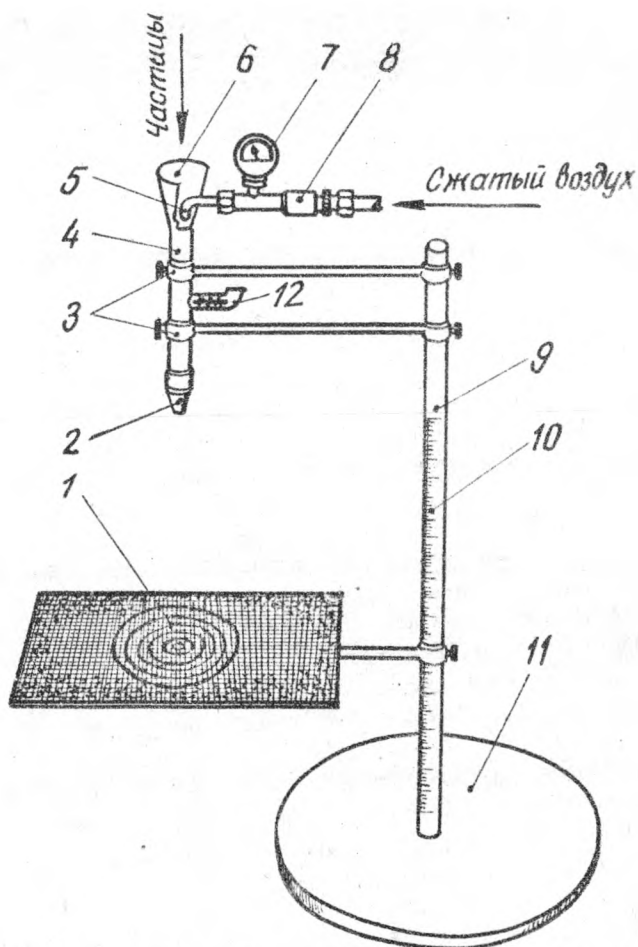


Рис.1. Установка для изучения кинематики единичных частиц в свободном воздушном потоке:  
 1- мишень; 2- сменный насадок; 3- штанга;  
 4- разгонная трубка; 5- патрубок; 6- воронка;  
 7- манометр; 8- редуктор; 9- стойка; 10- шкала;  
 11- основание; 12- шнек.

размеров, но и их плотности.

С целью определения влияния скорости воздушного потока на степень отклонения частицы был выбран диапазон изменения скоростей от 2,5 до 18 м/с. Скорость воздушного потока измерялась по оси потока и изменялась посредством регулирования давления воздуха в редукторе.

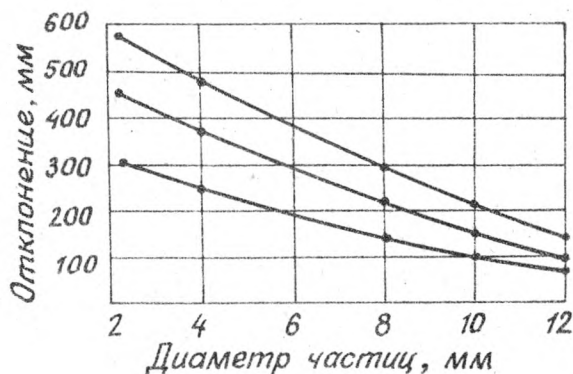


Рис.2. Зависимость степени отклонения по оси воздушного потока от размера частиц:

1- расстояние мишени от среза насадка 1000 мм,  
2 - 1500 мм, 3 - 2000 мм.

Методика определения влияния скоростей частиц на степень от оси воздушного потока сводилась к изменению пути разгона частицы в разгонной трубке. Известно, что в начальный период частицы, введенные в воздушный поток, определенный отрезок времени движутся ускоренно. Учитывая это, путем введения частиц в различные точки по длине разгонной трубки мы получали различные скорости частиц на срезах насадка. При этом

скорость воздушного потока, диаметр, плотность частиц были постоянными. В результате проведенных экспериментов была замечена тенденция к уменьшению степени отклонения частиц, имеющих большую начальную скорость на срезе насадка. Это объясняется тем, что с увеличением скорости частицы растет ее количество движения, и частицы, обладающие большим количеством движения, обладают более прямолинейной траекторией на данном участке пути.

Характер движения свободных воздушных потоков существенно отличается от движения несвободных, например, движения в трубах. В работе [2] отмечается, что при установившемся движении поперечные профили скорости частиц и газа в трубе остаются одинаковыми в различных сечениях. Этого не наблюдается в свободном потоке, где как профили скорости воздуха, так и профили скорости частиц непрерывно деформируются при переходе от одного поперечного сечения струи к другому.

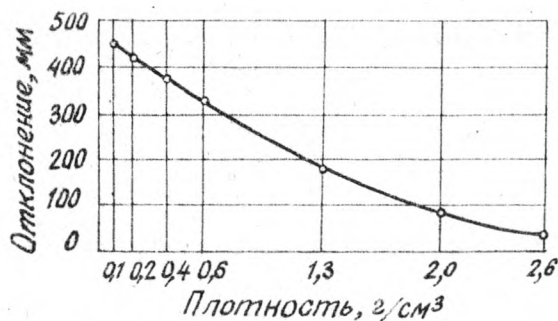


Рис. 3. Степень отклонения частиц по оси потока в зависимости от их плотности.

Расстояние мишени от среза насадка 1500 мм.

До начала устойчивого движения характерным является то, что отношение скорости частиц к скорости воздушного потока изменяется и, наконец, принимает такое числовое значение, которое при дальнейшем увеличении остается неизменным. Величина этого отношения зависит, главным образом, от формы, размеров и объемного веса транспортируемых частиц. При установившемся движении частицы перемещаются параллельно оси трубопровода, причем масса частиц заметного влияния на движение не оказывает.

Осевая составляющая скорости газа, в свободном потоке может значительно отличаться от осевой составляющей скорости частиц в зависимости от геометрии частиц, скорости их витания, рассматриваемой зоны движения и т.д. Радиальная составляющая скорости газа в осесимметричном потоке весьма мала в сравнении с осевой составляющей и принципиально не влияет на общую аэродинамическую картину, поэтому в теоретических расчетах [1], а также при рассмотрении прикладных задач [10] ею, как правило, пренебрегают. Однако, радиальная составляющая скорости частиц, в ряде случаев незначительно отличается от радиальной составляющей скорости газа, обуславливает физическое явление (фракционирование частиц по сечению потока), представляющее большой практический интерес.

Уравнение динамики частиц в свободном воздушном потоке можно записать в следующем виде

$$m \frac{d^2 S}{dt^2} = \vec{F}_{\text{аэрод}} + \vec{F}_{\text{откл}} + \vec{P}, \quad (1)$$

где  $m$  — масса частиц;

$S$  — путь, пройденный частицей;

$t$  — время;

$\vec{F}_{\text{аэрод}}$  — аэродинамическая сила;

$\vec{P}$  — вес частицы;

$\vec{F}_{\text{откл}}$  — отклоняющая сила.

Известно [10], что  $F_{\text{аэрод}} = \frac{1}{2} C_D f \rho_r (V_r - V_t) |V_r - V_t|$ ,

где  $C_D = \frac{a + b \cdot Re}{Re}$  — коэффициент сопротивления;

$a, b$  — константы, зависящие от  $Re$ ;

$Re$  — число Рейнольдса;

$f$  — миделево сечение частицы;

$\rho_r$  — плотность газа;

$V_r, V_t$  — соответственно скорости газа и частицы;

$\vec{F}_{\text{откл}}$  — сила, искривляющая траекторию частицы и обусловленная или перепадом давления в свободных газовых потоках, или искусственным отсосом в зоне формирования ковра.

Спроектируем уравнение (1) на оси координат

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = F_{\text{аэрод}}(x) + F_{\text{откл}}(x) \quad , \quad (2)$$

$$m \frac{d^2y}{dt^2} = F_{\text{аэрод}}(y) + F_{\text{откл}}(y) - m g \quad . \quad (3)$$

При этом  $F_{\text{откл}}(y) = P S$  ,

где  $P$  - перепад давления;

$S$  - площадь сечения частицы.

$$F_{\text{аэрод}}(y) = \frac{1}{2} C_x \int P_r (V_r(y) - V_z(y)) / |V_r(y) - V_z(y)| \quad .$$

Естественно допустить, что  $V_r(y) \approx V_z(y)$  , тогда  $F_{\text{аэрод}}(y) \approx 0$  .

Элементарные расчеты позволяют записать

$$F_{\text{откл}}(y) \gg m g \quad , \quad \text{тогда} \quad m \frac{d^2y}{dt^2} = P S \quad .$$

В случае сферических частиц

$$\begin{aligned} \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_z \frac{d^2y}{dt^2} &= \rho_f \pi r^2 \quad , \\ \frac{d^2y}{dt^2} &= \frac{3\rho}{4r\rho_z} \quad , \end{aligned} \quad (4)$$

где  $\rho_z$  -плотность материала частицы;

$r$  -радиус частицы.

Интегрируя уравнение (4), получим

$$y = \frac{3P}{8 \cdot r \rho_z} (\Delta t)^2 \quad , \quad (5)$$

т.е. траекторией движения в этом простейшем случае является ветвь параболы.



Согласно формуле (5), траектории движения частиц различных размеров можно изобразить семейством кривых (рис. 4).

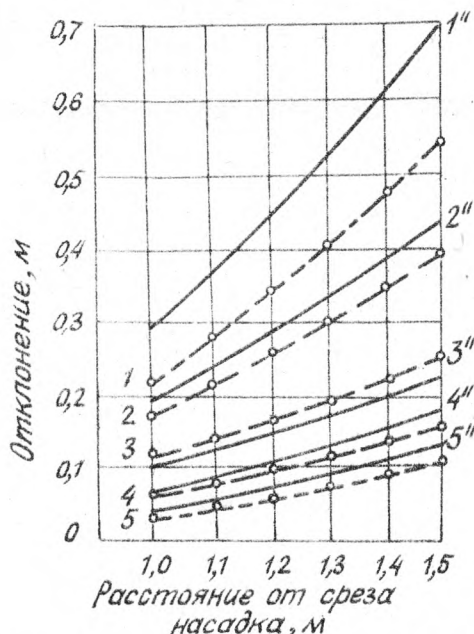


Рис. 4. Траектория движения частиц в свободном воздушном потоке:

1, 2, 3, 4, 5 — траектории (экспериментальные) движения частиц диаметром соответственно: 2, 5; 4; 8; 10; 12 мм. 1", 2", 3", 4", 5" — траектории (расчетные) движения частиц диаметром соответственно: 2, 5; 4; 8; 10; 12 мм.

При определении расчетных значений отклонений принято: статическое давление по оси струи — 18–80 Па, плотность частиц  $40 \text{ кг/м}^3$ , скорость частиц условно принималась равной скорости потока в интервале — 18,2–2,1 м/с.

Выполненная работа позволила оценить влияние размеров частиц, их плотности и относительной скорости на степень отклонения частиц от оси воздушного потока, что легло в основу раз-

работки нового метода формования ковра и конструкции новой формирующей установки для получения облагороженного ковra с дифференцированным распределением фракций по его толщине.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. М., "Физматгиз", 1960.
2. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М., Гостехиздат, 1951.
3. Мелентьев П.В. Новая теория свободной струи. Сталинград, изд. Стал.мех.ин-та, 1952. (Тр.Стал.мех.ин-та, т. 1).
4. Вулис Л.А. О турбулентных газовых струях. "Иzv. АН КазССР", 1954, № 6.
5. Витман Л.А., Кацнельсон Б.Д., Панаев И.Н. Распыливание жидкостей форсунками. М., Госэнергоиздат, 1962.
6. Бородин В.А., Дитякин Ю.Ф., Клачко Л.С. Распыливание жидкостей. М., "Машиностроение", 1962.
7. Раммлер Э.К. К вопросу о закономерностях распределения по размерам измельченных материалов. - "Исследование и прогресс", 1956, № 1.
8. Бакаева Е.М., Коротов С.С. О скорости витания и удельной поверхности древесных волокон. "Иzv. вузов. Лесной журнал", 1966, № 4.
9. Бакаева Е.М. Аэродинамика волокнистого слоя в зависимости от свойств волокна. "Иzv. вузов. Лесной журнал", 1968, № 1.
10. Скворцов Г.Н. О движении частиц в свободной струе. - "Инженерно-физический журнал", 1964, № 5.

УДК 674.815-41.02.049.2

Н. В. Малыгин, А. М. Завражнов,  
Е. П. Гнутова  
(Всесоюзный научно-исследовательский институт древесины)

## ИССЛЕДОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНОГО СПОСОБА ПОДПРЕССОВКИ ВОЛОКНИСТОСТРУЖЕЧНОГО КОВРА

В производстве древесных плит одной из основных технологических операций является подпрессовка формируемого ковра.

Исследованиями [1] установлена зависимость физико-механических свойств брикетов от технологических факторов в производстве древесностружечных плит, а также определены некоторые режимные параметры и конструктивные размеры двухбарабанного пресса [2]. Однако эти исследования не могут быть использованы для разработки технологии и оборудования к производству древесностружечных плит с наружными слоями из волокна.

Во ВНИИдреве проведены исследования непрерывного способа подпрессовки волокнистостружечного ковра в ленточно-валяковом прессе.

Одной из задач являлось установление зависимости физико-механических свойств получаемых брикетов от режимов подпрессовки. Были определены и исследованы сопротивления сжатию и растяжению вдоль направления движения брикета, а также предельный угол поворота сечения брикета при переходе его на другой уровень.

Напряжения сжатия брикет подвергается при поступлении с формирующего транспортера после подпрессовщика на переходную площадку к следующему транспортеру. Напряжения растяжения возникают при переключении ускорительного транспортера главного конвейера на большую скорость, в результате чего наряду с силами трения брикета на переходной площадке возникают силы инерции.

Напряжения изгиба брикет подвергается при загрузке в горячий пресс методом выкладки. Поскольку при этом брикет изгибается под воздействием собственного веса без влияния внешних нагрузок, для характеристики его сопротивления изгибу принят угол поворота сечения брикета при переходе на другой уровень.

Предусмотренные методикой эксперименты по брикетированию трехслойного волокнистостружечного ковра проводились на лабораторном ленточно-валковом прессе, входящем в состав лабораторной формирующей установки, спроектированной и изготовленной для исследования процесса формирования и подпрессовки трехслойного ковра.

Пресс снабжен пятью парами прессующих валов (рис. 1).

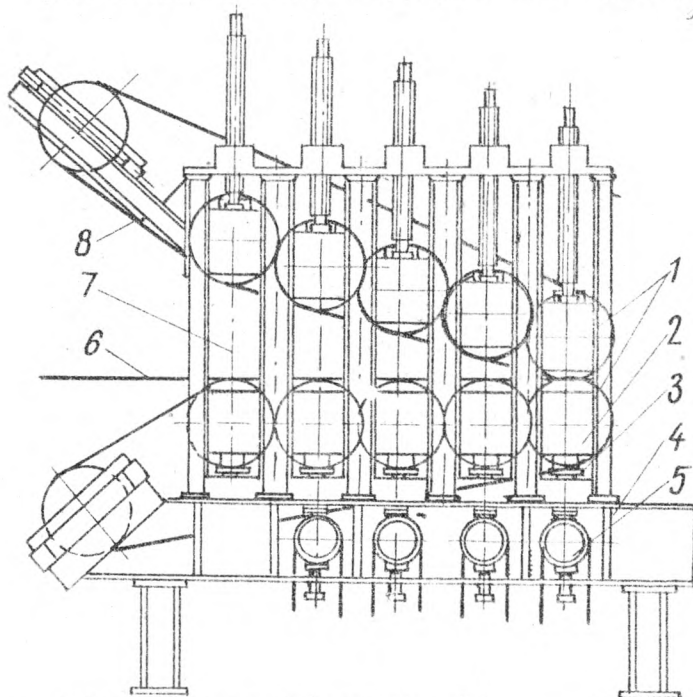


рис. 1. Ленточно-валковый подпрессовщик:

- 1- прессующие валы; 2- корпуса подшипников;
- 3- шток; 4- рама пресса; 5- тензодатчики; 6- нижняя сетка; 7- боковые борты; 8- верхняя сетка.

Верхние валы имеют независимую высотную регулировку относительно нижних валов в пределах 0-300 мм. Все десять валов имеют привод от двигателя ПМУ через редуктор, который также приводит в движение сетку формирующего транспортера с бесступенчатым регулированием скорости до 5 м/мин. Сетка проходит через пресс по нижним прессующим валам и имеет автоматическое грузое натяжение.

Верхние прессующие валы обтянуты сеткой, также имеющей автоматическое грузое натяжение. Между верхними и нижними прессующими валами устанавливаются сменные продольные борты, предназначенные для предупреждения поперечного увеличения линейных размеров ковра в процессе прессования. Корпуса подшипников нижних валов опираются на раму пресса, при установке подшитоки корпусов подшипников специальных чувствительных элементов тензодатчиков нижние прессующие валы вывешиваются над рамой пресса на величину, не превышающую допустимой деформации тензодатчиков.

На основании предварительного анализа в качестве переменных факторов исследований были приняты зазор между калибрующей парой прессующих валов и скорость прессования (прокатки) ковра.

Исследованиями [1] установлена зависимость прочностных характеристик брикетов от удельного давления прессования и относительной деформации ковра. Последние также связаны между собой определенной зависимостью. Поскольку при прессовании в валковом прессе прямое измерение удельного давления затруднительно, производилось измерение полного усилия прессования на паре валов. Относительная деформация ковра определялась в зависимости от исходной высоты ковра и зазора между прессующими валами. На основании экспериментов зазоры между калибрующими валами были приняты: 17,5; 19,5; 21,5; 24,5 мм.

Относительная деформация ковра в процессе подпрессовки определяется по формуле

$$\epsilon_0 = 1 - \frac{h}{M_{стр}} \frac{\gamma_{стр} \gamma_b}{\gamma_b + M_b \gamma_{стр}}, \quad (1)$$

где  $h$  – высота деформированного ковра (зазор между прессующими валами), мм;

$\gamma_{стр}$  – насыпной вес стружки, кг/м<sup>3</sup>;

$U_b$  — насыпной вес волокна, кг/м<sup>3</sup>;

$M_b$  — мощность настила волокнистых слоев, кг/м<sup>2</sup>;

$M_{ст}$  — мощность настила стружечного слоя, кг/м<sup>2</sup>.

Для условий проводимых экспериментов при известных контролируемых значениях (см. ниже) относительная деформация ковра определялась по формуле

$$\varepsilon_o = 1 - 0,00352 \quad (2)$$

При определенных методикой схеме настройки прессы и калибрующих зазорах прессования по формуле (2) найдены параметры, приведенные в таблице.

Относительная деформация ковра  
в процессе подпрессовки

Номер пары валов	Зазор между прессующими валами, мм	Относительная деформация ковра
3	62,0	0,783
4	36,5	0,873
5	24,5	0,912
5	21,5	0,923
5	19,5	0,930
5	17,5	0,937

Скорость прессования (прокатки) ковра в ленточно-валяковом прессе с учетом возможностей экспериментальной установки составляла 1,0; 1,5; 2,5; 4,0 м/мин.

Для формирования трехслойного ковра применялось волокно степени помола 200–400 ед. по прибору ВНИИдрева, проклеенное фенолоформальдегидной смолой марки "А" и высушенное на линии ДВП сухим способом. Содержание смолы по сухому остатку составляло 6%, конечная влажность волокна 6–8%. Таким образом, волокно перед формированием на лабораторной линии не проклеивалось и дополнительно не высушивалось. Для среднего слоя при-

менялась игольчатая стружка, полученная из щепы на станке ДС-8 с выставкой ножей 0,6 мм и высушенная на лабораторной сушилке.

Смешивание со смолой производилось в лабораторном смесителе при расходе смолы 8-10%.

До загрузки в дозатор проклеенная стружка хранилась в закрытой таре. Перед началом эксперимента производилась настройка дозаторов волокна и стружки на требуемую производительность, настройка прессующих валов пресса, тарировка тензодатчиков, регулировка калибрующих валков волокнистых слоев, определение влажности и насыпного веса волокна и стружки.

В качестве контролируемых параметров определялись толщина и плотность брикетов, вес слоев волокна и стружки, предел прочности брикетов при растяжении и сжатии, угол поворота сечения брикета при изгибе.

Толщина полученных брикетов ( $\delta$ ) измерялась не менее, чем через 1 ч после выхода их из ленточно-валкового пресса при помощи линейки с точностью 1 мм в четырех точках по периметру. Измерение производилось до испытания брикетов.

Плотность брикетов ( $\rho$ ) определялась расчетным путем после измерения линейных размеров линейкой с точностью до 1 мм и взвешивания с точностью  $\pm 1\%$  (от веса). Взвешивание производилось после испытания брикетов, измерение — до испытания.

Вес слоев волокна и стружки в брикетах определялся взвешиванием на весах с точностью  $\pm 2\%$  при послойной препарации (разделении по слоям) брикетов. Одновременно с послойной препарацией определялась влажность волокна и стружки при помощи влагомера ДИ-2М.

Предел прочности брикетов при растяжении ( $\sigma_p$ ) вдоль продольной оси (по направлению прессования) определялся на испытательном стенде известной конструкции [1] при помощи динамометра с пределом измерений 981 Н. Ширина образцов брикетов для испытаний составляла 540 мм, длина 300 мм.

Результаты испытаний подсчитывались по формулам

$$\sigma_{pe} = \frac{P}{S} \quad \text{Па;} \quad (3)$$

$$\sigma_{pm} = \frac{P}{S} \quad \text{Н/см,}$$

где  $P$  - разрушающая нагрузка, Н (разница усилий холостого и рабочего ходов станда);  
 $B$  - ширина образца, см;  
 $S$  - толщина образца, см.

Предел прочности при сжатии ( $\sigma_c$ ) вдоль продольной оси брикета (по направлению прессования) определялся на испытательном стенде при помощи динамометра. Ширина образцов брикетов составляла 540 мм, длина 800 мм.

Результаты испытаний подсчитывались по формулам

$$\sigma_{ce} = \frac{P}{S} \quad \text{Па}; \quad (4)$$

$$\sigma_{cm} = \frac{P}{B} \quad \text{Н/см}. \quad (5)$$

Угол поворота сечения брикета при изгибе ( $\alpha$ ) поперек продольной оси определялся на испытательном стенде путем измерения пролета и вылета свисающего конца брикета в момент его разрушения. Ширина образцов брикетов составляла 540 мм, длина 800 мм.

Величина угла определялась по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{f}{l}, \quad (6)$$

где  $\alpha$  - угол поворота сечения брикета, град;  
 $f$  - пролет (прогиб) свисающего конца брикета, мм;  
 $l$  - вылет свисающего конца брикета, мм.

Результаты экспериментов и испытаний обрабатывались на вычислительной машине "Наири-2", что позволило определить зависимости предела прочности при растяжении и сжатии и предельного угла поворота сечения при изгибе от плотности брикетов (рис.2) и плотности брикетов от относительной деформации (рис.3).

Анализ графиков на рис.2 и 3 показывает следующее.

1. Угол поворота сечения брикета при изгибе незначительно зависит от плотности брикета. В исследованном диапазоне при изменении плотности со 110 до 250 кг/м<sup>3</sup> угол поворота сечения увеличивается с 14 до 18°. Это означает, что с учетом возможных колебаний плотности брикета угол переходной площадки при выкладывании брикета на нагревательную плиту горячего пресса должен быть не более 14°.



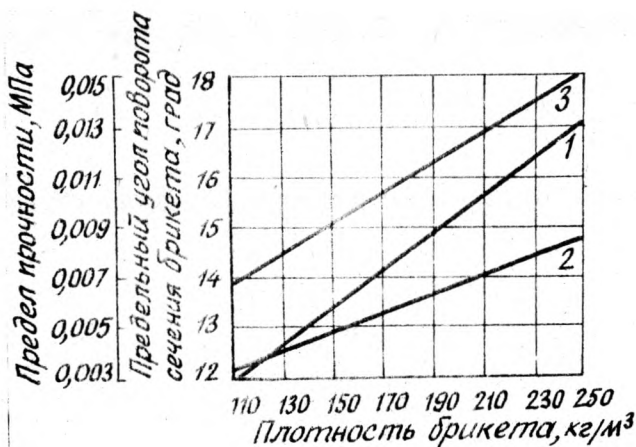


Рис. 2. Зависимость механических свойств брикетов ( $y$ ) от плотности ( $x$ ):

- 1- предел прочности при сжатии  $y = -0,09 + 0,381 x$ ;
- 2- предел прочности при растяжении  $y = -0,056 + 0,254 x$ ;
- 3- предельный угол поворота сечения при изгибе  $y = 10,661 + 29,714 x$ .

2. Предел прочности при растяжении и сжатии с увеличением плотности брикета повышается.

3. Наибольшее влияние на плотность брикета имеет степень относительной деформации на калибрующей паре прессующих валов. При относительной деформации более 0,930 плотность брикета резко возрастает и достигает  $200 \text{ кг/м}^3$ . В аналогичной зависимости плотность брикета находится от мощности настила.

Для получения общего представления о порядке нагрузок при непрерывной подпрессовке при исследованиях измерялись полные усилия прессования на прессующих валах. В связи с этим более сложное измерение давлений на дуге прессования не производилось.

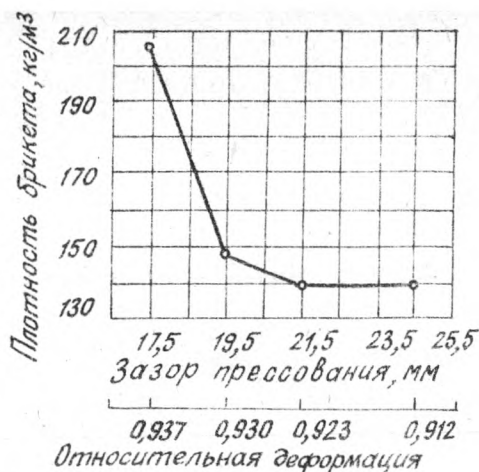


Рис.3. Зависимость плотности брикетов от зазора прессования (относительной деформации) при мощности настила  $13,3 \text{ кг/м}^2$  и скорости прессования  $4 \text{ м/мин}$ .

Для измерения усилий прессования была создана измерительная установка, включающая датчики усилий прессования, тензометрические усилители ТА-5, осциллограф Н-107 и блок питания.

Датчики усилий прессования представляют собой кольцевые и стержневые чувствительные элементы с наклеенными на них тензомерами сопротивления типа ЗПКБ-200. Тензомеры соединялись по полумостовой схеме. Расчет чувствительных элементов производился по известным зависимостям [3].

Чувствительные элементы с тензомерами устанавливались под корпуса подшипников нижних прессующих валов (рис.1).

Последние через чувствительные элементы при помощи специальных винтов вывешивались над рамой на расстояние, не превышающее величины деформации чувствительных элементов от максимально возможной нагрузки.

Усилия прессования измерялись путем регистрации сигналов тензомеров, деформируемых усилиями прессования. Сигналы усиливались тензостанцией и непрерывно записывались на ленте 12-канального осциллографа Н-107. Тарировка тензодатчиков (чувствительных элементов с наклеенными на них тензомерами)

производилась непосредственно на ленточно-валковом прессе при помощи динамометров ДОСМЗ-М и ДОСМЗ-1. Нагрузка при тарировке создавалась регулировочными винтами верхних прессующих валов пресса. По снитоу при этом тарировочному графику производилась расшифровка сигналов, записанных на осциллограмме. В процессе эксперимента производилась взаимная привязка осциллограммы усилий и непрерывно прессуемого ковра, что позволяло устанавливать точную зависимость усилий прессования от характеристики прессуемого ковра.

Результаты измерений позволили установить зависимости плотности брикетов от усилий прессования (рис.4), усилий прессования - от относительной деформации на калибрующей паре прессующих валов (рис.5) и от отношения веса слоев стружки и волокна (рис.6).

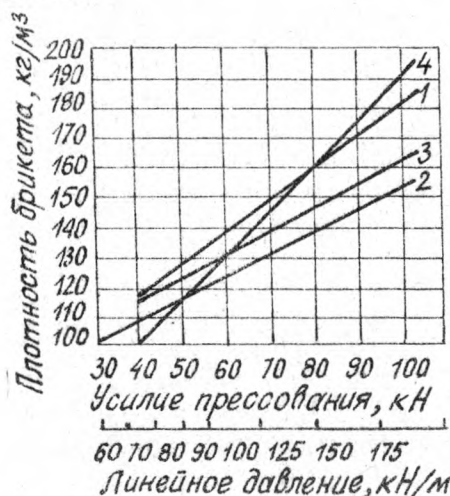


Рис. 4. Зависимость плотности брикетов (Y) от усилия прессования (X) при скорости прессования:

- 1 - 1,0 м/мин ( $Y = 0,0727 + 0,011X$ ) ;
- 2 - 1,5 м/мин ( $Y = 0,0812 + 0,0071X$ ) ;
- 3 - 2,5 м/мин ( $Y = 0,0815 + 0,008X$ ) ;
- 4 - 4,0 м/мин ( $Y = 0,0413 + 0,015X$ ) .

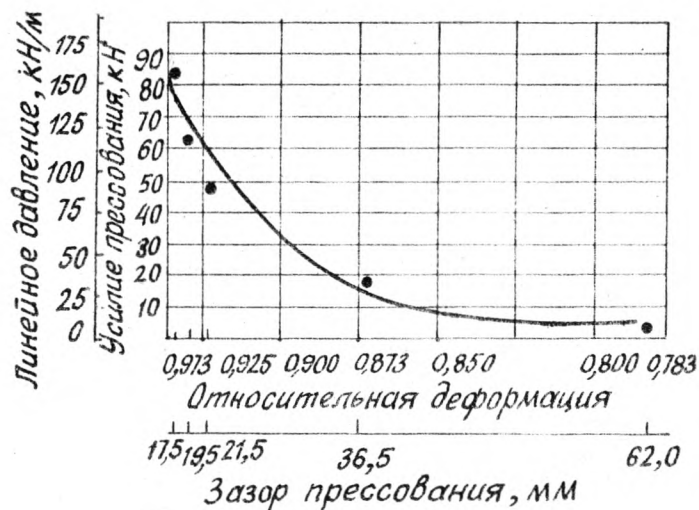


Рис.5. Зависимость усилий (Y) от относительной деформации (X) при мощности настила  $13 \text{ кг/м}^2$  и скорости прессования  $1,5 \text{ м/мин}$  ( $Y = 743,74 X^3 - 1299,9X^2 + 628 X - 51,7$ ).

Анализ результатов экспериментов показывает, что плотность брикетов повышается с увеличением усилия прессования, однако имеет сложную зависимость от скорости прессования.

При одинаковых усилиях прессования наибольшую плотность брикетов обеспечивают скорости  $1$  и  $4 \text{ м/мин}$ . Видимо, при скорости  $1 \text{ м/мин}$  увеличение плотности связано с длительной выдержкой ковра под давлением. Повышенная плотность при скорости  $4 \text{ м/мин}$  может объясняться фактором динамического воздействия прессующих валов и ломкой древесных частиц при этом.

При скорости менее  $4 \text{ м/мин}$  и более  $1 \text{ м/мин}$  подпрессовка менее эффективна, усилие прессования и линейное давление возрастает с увеличением относительной деформации ковра и отношения веса стружки к весу волокна в ковре и со снижением скорости прессования. Суммарное линейное давление на третьей, четвертой и пятой парях валов (на первой и второй парях не учитывались ввиду их незначительности) составляет

при

$$\begin{aligned} \varepsilon_0 &= 0,937 - 219,8 \text{ Н/м}, & \varepsilon_0 &= 0,930 - 165,3 \text{ Н/м}, \\ \varepsilon_0 &= 0,923 - 137,4 \text{ Н/м} & \text{и } \varepsilon_0 &= 0,912 - 116,9 \text{ Н/м}. \end{aligned}$$

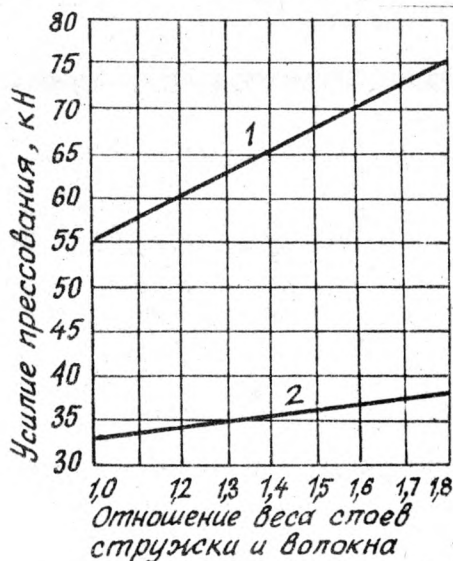


Рис. 6. Зависимость усилий прессования (Y) от отношения веса слоев стружки и волокна ( $\frac{X_1}{X_2}$ ) при заворе прессования 24,5 мм и мощности настила 13,3 кг/м<sup>2</sup>:

1 - при скорости прессования 1,5 м/мин  
 $(Y_1 = 3,241 + 2,454 \frac{X_1}{X_2})$  ;

2 - при скорости прессования 2,5 м/мин  
 $(Y_2 = 2,730 + 0,596 \frac{X_1}{X_2})$  .

## Выводы

1. Установлена эффективность применения непрерывного способа подпрессовки в компактном ленточно-валковом прессе для получения транспортабельного волокнистостружечного брикета.

2. Для получения транспортабельного волокнистостружечного брикета при загрузке его в горячий пресс методом

выкладывания необходим ленточно-валяковый подпрессовщик без зоны выдержки, обеспечивающий линейное давление 170-220 Н/м ширины ковра. Выбор оптимальной схемы подпрессовщика и режимов подпрессовки при скоростях более 4 м/мин для линий большой мощности с иными способами загрузки в горячий пресс возможен при выполнении исследований на подпрессовщике ленточно-валякового типа с зоной выдержки.

3. С целью получения более полных научно достоверных данных о подпрессовке в ленточно-валяковом прессе необходимо проведение исследований с измерением удельных давлений на дуге прессования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Демидов Ю.М., Мифтахотдинова А.Ж. Оптимальные параметры брикетирования стружечного ковра при бесподдонном способе прессования плит. М., изд. ЦНИИТЭИЛеспром, 1968.
2. Новиков Д.З., Аврусин А.А., Камзолов М.И. Вальцовый пресс для подпрессовки стружечных ковров. - "Фанера и плиты", 1973, № 2.
3. Руководство по тензометрированию конструкций и материалов. М., изд. НИИЖБ, 1971.
4. Шиманкевич Н., Новак А. Контроль процесса прессования при изготовлении волокнистых плит сухим способом. - "Технология древесины", 1970, № 1.

УДК 674.81

Т.Д. Заверткина  
(Институт повышения квалификации  
Минлеспрома СССР)  
А.Д. Лазарева  
(Уральский лесотехнический  
институт)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ХОЛОДНОГО ПРЕССОВАНИЯ НА СВОЙСТВА ПЛИТ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЩЕГО

Холодное прессование как технологическая операция довольно успешно внедрилось в технологический процесс производства древесностружечных плит, клеёной фанеры и т.д. Неподпрессованный пакет из древесных частиц представляет собой рыхлую массу, не способную сохранять форму при дальнейшей транспортировке. Мелкие частицы просыпаются вниз на поддон, в результате чего нарушается структура ковра, края пакетов осыпятся, а значит увеличиваются потери на обрезку готовых плит.

Величина давления холодного прессования является одним из наиболее важных факторов процесса. С увеличением давления прессования расстояние между частицами уменьшается, количество и величина поверхности контактов увеличивается, а силы взаимодействия возрастают. Все это приводит к увеличению прочности плит. Холодное прессование позволяет получить равномерную по всей площади ковра плотность. Значит существует возможность сохранить влагу в пакете на уровне, необходимом для протекания сложных реакций при трансформации древесного пресс-материала в пластик.

С этих позиций мы попытались выяснить влияние параметров холодного прессования на выход кондиционного продукта и его физико-механические свойства. Для этого был реализован план типа  $3^2[1,2]$ . Значения факторов, определяющих экспериментальную область, представлены табл. 1.

# Электронный архив УГЛТУ

За независимые переменные приняты –  $\tilde{x}_1$  – давление холодного прессования, МПа;  $\tilde{x}_2$  – продолжительность холодного прессования, мин.

На постоянном уровне поддерживались следующие параметры горячего прессования:

давление прессования	– 2,5 МПа;
температура плит пресса	– 165°C;
влажность сырья	– 21%;
продолжительность горячего прессования	– 1 мин/мм.

Таблица 1

Уровни варьирования факторов

Факторы		$\tilde{x}_1$	$\tilde{x}_2$
Основной уровень	0	3,5	3
Верхний уровень	+1	5,5	5
Нижний уровень	–1	1,5	1
Единица варьирования	$\varepsilon$	2,0	2

В качестве выходных откликов служили:

$y_1$  – предел прочности при статическом изгибе, МПа;

$y_2$  – разбухание по толщине за 24 ч, %;

$y_3$  – ширина краевой некондиционной зоны, мм.

Параметром оптимизации служило требование получения прочного и водостойкого пластика при максимальном выходе кондиционного продукта.

Развернутая матрица ортогонального планирования и результаты экспериментов представлены в табл. 2.

После проведения дисперсионного и регрессионного анализов были получены математические модели.

$$Q_1 = 18,44 + 0,86x_1 + 0,23x_2 - 0,20x_1^2 - 0,20x_2^2 - 0,2x_1x_2 \quad (1)$$

$$Q_2 = 8,95 - 0,35x_1 - 0,11x_2 + 0,02x_1^2 + 0,11x_2^2 + 0,225x_1x_2 \quad (2)$$

$$Q_3 = 44,59 - 16,66x_1 - 0,83x_2 + 2,66x_1^2 + 0,16x_2^2 \quad (3)$$



Таблица 2

Матрица планирования и результаты экспериментов

$x_1$	$x_2$	$x_1^2/3$	$x_2^2/3$	$x_1 x_2$	$\bar{y}_i$	$S_i^2$	$\hat{y}_i$	$\bar{y}_i$	$S_i^2$	$\hat{y}_i$	$\bar{y}_i$	$S_i^2$	$\hat{y}_i$
-	-	1/3	1/3	+	16,8	0,31	17,1	9,8	0,92	9,8	65	1,35	63
+	-	1/3	1/3	-	19,0	0,70	18,8	8,7	2,85	8,5	32	3,71	29
-	+	1/3	1/3	-	17,6	0,94	17,8	9,1	1,76	9,0	63	3,86	61
+	+	1/3	1/3	+	19,2	0,71	19,3	8,7	0,35	8,8	30	1,71	28
-	0	1/3	-2/3	0	17,5	0,51	17,6	9,3	0,78	9,2	64	3,14	62
+	0	1/3	-2/3	0	18,9	0,36	19,4	8,7	0,55	8,5	30	3,86	29
0	-	-2/3	1/3	0	18,0	0,21	18,3	9,1	0,38	9,1	45	1,51	44
0	+	-2/3	1/3	0	18,4	0,63	18,7	9,1	0,83	8,9	44	1,71	42
0	0	-2/3	-2/3	0	18,7	0,47	18,7	8,9	1,10	8,9	44	2,57	43

По критерию Кохрана установлено, что при уровне значимости, равном 5%, дисперсии во всех опытах однородны. Проверка гипотезы об адекватности представления результатов эксперимента полиномом заданной степени осуществлялась с помощью критерия Фишера. Все математические модели (1,2,3) адекватны соответствующим поверхностям отклика при уровне значимости 5%.

Для отклика  $y_1$  получена каноническая форма уравнения регрессии

$$Y_1 - 19,6 = -0,2x_1^2 - 0,2x_2^2 \quad (4)$$

Так как коэффициенты канонической формы имеют одинаковые значения по величине, то данная поверхность отклика описывает сферу. Координаты особой точки, в которой получено максимальное значение прочности при статическом изгибе, составляют  $x_1 = -2,85$ ;

$x_2 = -0,58$  (что соответствует натуральным значениям факторов  $\tilde{x}_1 = 9,2$  МПа;  $\tilde{x}_2 = 1,84$  мин). Для отклика  $y_2$  уравнение регрессии (3) принимает канонический вид

$$Y_2 - 18,54 = 2,66x_1^2 + 0,16x_2^2 \quad (5)$$

Координаты особой точки, являющейся минимальным значением функции отклика  $y_2$ , равны  $x_1 = 3,02$ ;  $x_2 = 0$ . ( $\tilde{x}_1 = 9,5$  МПа;  $\tilde{x}_2 = 3,0$  мин), т.е. особая точка лежит на оси  $O X_2$ , так как коэффициент при  $x_2$  отсутствует. Значит новые оси сохраняют направ-

ление старых осей координат. Поверхность отклика для функции  $U_8$  эллиптического типа, удаление из особой точки в любом направлении вдоль координатных осей приводит к увеличению некофлюционной зоны пластика. Задавая различные значения откликам (4,5), построили графики двумерных сечений. Совместное рассмотрение двух поверхностей отклика (рис.1) позволило провести анализ двумерных сечений за пределами исследуемой области и рассмотреть интересующую нас с технологической точки зрения область факторного пространства, а также предсказать наиболее приемлемое сочетание технологических факторов, часть из которых была реализована.

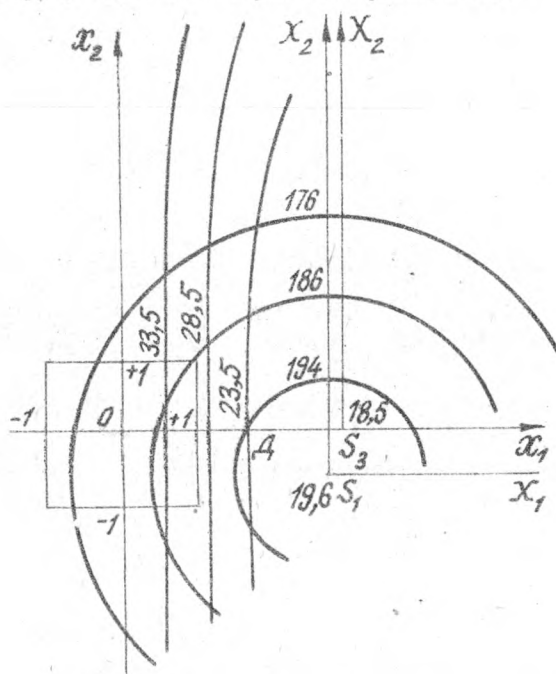


Рис.1. Сечения поверхности отклика.

В табл.5 пригедены расчетные значения и значения реализованных опытов в условиях, характерных для точек  $S_1, S_3, A$ . Полученные результаты хорошо подтверждают наши предположения об оптимальном режиме, сделанные при анализе двумерных сечений. Для оценки плит пластика был исследован характер распределения основных показателей физико-механических свойств

по плите, изготовленной по режиму точки  $S_1$ ,

Таблица 3

Результаты контрольных опытов

Условия проведения экспериментов	Расчетные		Реализованные	
	$\bar{y}_1$	$\bar{y}_2$	$\bar{y}_1$	$\bar{y}_2$
$S_1$ $\bar{x}_1=9,2$ МПа $\bar{x}_2=1,84$ мин	19,4	20,8	19,6	19,2
$S_2$ $\bar{x}_1=9,5$ МПа $\bar{x}_2=3,0$ мин	19,6	19,4	19,6	18,5
$\Delta$ $\bar{x}_1=6,8$ МПа $\bar{x}_2=3,0$ мин	19,2	26,1	19,4	24,1

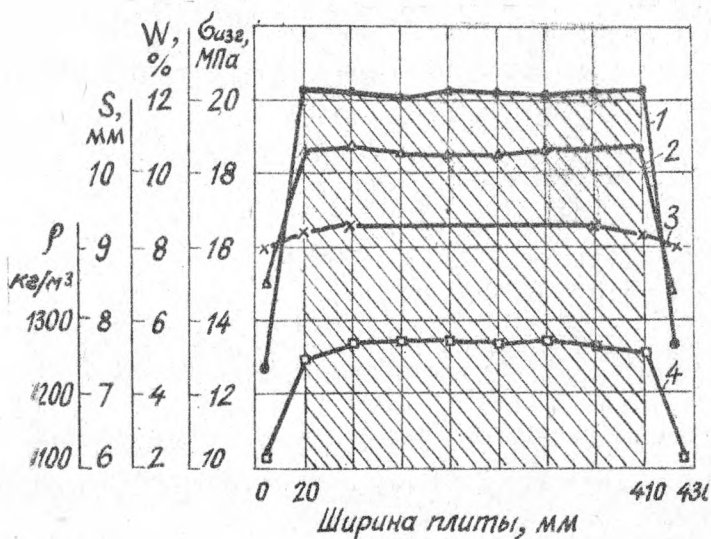


Рис. 2. Предел прочности при статическом изгибе (1), влажность в момент испытания (2), толщина (3), плотность (4) по ширине плиты пластика.

из приведенных данных (рис.2) видно, что физико-механические свойства пластика без добавления связующего довольно равномерно распределяются по площади кондиционного пластика, а свойства "кромки" существенно отличаются от свойств зоны пластика, ибо в этой части плиты полноценного пластика не образовалось.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., "Наука", 1965.
2. Налимов В.В. Теория эксперимента. М., "Наука", 1971.

УДК 674.817-41

В.Е.Чибирев, Н.В.Липцев  
(Лесотехническая академия  
имени С.М.Кирова)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЯЗКОУПРУГИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ В ПРОЦЕССЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПРИМЕНительно К ПРОИ- ВОДСТВУ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

Гидротермическая обработка древесной щепы оказывает существенное влияние на процесс ее размола, во многом определяющий качество получаемых древесноволокнистой массы и плит. Несмотря на большое количество исследований, посвященных вопросу получения древесноволокнистой массы, изучению кинетики гидротермической обработки древесины уделяется недостаточное внимание. Во многом это объясняется отсутствием методов исследования физико-механических свойств древесины при непосредственном воздействии высокой температуры и давления. В производстве древесноволокнистых плит щепа перед размолотом подвергается пропариванию насыщенным паром при 160-190°C с давлением 6-13 атм.

Целью предлагаемой работы является исследование изменения вязкоупругих свойств березовой древесины в процессе пропаривания с использованием метода крутильных колебаний.

При размолот пропаренной щепы в аппаратах дискового типа ее разрушение можно рассмотреть как сдвиг поперек волокон, сопровождающийся сжатием и смятием клеточных стенок волокна [1].

Ранее проведенными исследованиями [2] был показан характер необратимого изменения вязкоупругих свойств сосновой древесины в поперечном направлении волокон, характеризуемых динамическим модулем упругости в зависимости от температуры и продолжительности гидротермической обработки. В результате было установлено:

1. Динамический модуль упругости у образцов древесины с поперечным направлением волокон значительно ниже, чем у об-

образцов с продольным направлением волокон. Его показатели снижаются с увеличением температуры гидротермической обработки, причем более интенсивно в области высоких температур.

2. Увеличение продолжительности гидротермической обработки при разных температурах ведет к непрерывному снижению модуля упругости образцов древесины с поперечным направлением волокон по экспоненциальным зависимостям с максимальным расхождением после 16-32-минутного пропаривания.

Таким образом, на пластификацию древесины, в основном, влияет температура гидротермической обработки.

В основу созданной установки для изучения изменения физико-механических свойств древесины в процессе гидротермической обработки был положен метод крутильных колебаний [3,4]

Одним из наиболее простых и хорошо известных такого рода устройств является торсионный маятник: подвижной системе задается добавочный момент инерции путем отклонения ее от нулевого положения, после чего система совершает свободно затухающие колебания.

Торсионные маятники, работающие в режиме свободно затухающих колебаний, позволяют реализовывать диапазоны исследуемых частот от 0,01 до 25 Гц в широком интервале температур для материалов с модулями от  $10^8$  до  $10^{10}$  МПа и практически пригодны для исследования полимеров во всех их физических состояниях – от текучего до стеклообразного [4]. Типичные кривые, регистрируемые при колебаниях торсионного маятника, представляют собой изменение амплитуды колебаний подвижной системы торсиона во времени. Из этих кривых определяются период колебаний и декремент затухания, который пропорционален углу наклона кривой зависимости логарифма амплитуды от порядкового номера колебаний.

Торсионный маятник был использован в установке, представленной на рис.1. Цилиндрический образец 1 жестко связан верхним концом со штангой 2, нижним – с металлическим цилиндром 3, имеющим большой момент инерции. Цилиндр при помощи электромагнита 4 закручивается на определенный угол ( $2\text{мм} = 1^\circ$ ), после чего система совершает свободно затухающие колебания, которые регистрируются индуктивным чувствительным элементом трансформаторного типа 5.

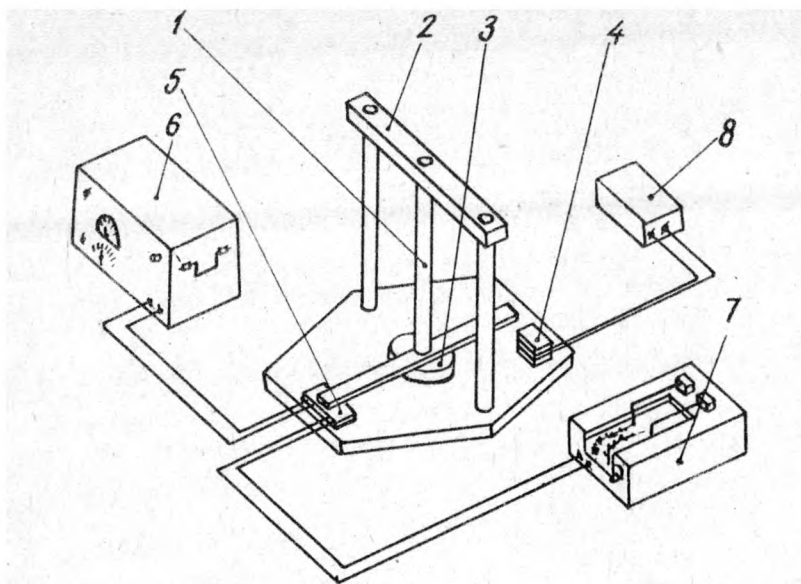


Рис. 1. Испытательная установка:

1- образец древесины; 2- штанга; 3- инерционный цилиндр; 4- электромагнит; 5- датчик; 6- генератор; 7- самопишущий прибор; 8- блок питания магнита.

Первичная обмотка чувствительного элемента подключается к генератору звуковых колебаний ГЗ-33. Она состоит из двух секций. Выходы вторичной обмотки подключались к входу быстродействующего самопишущего прибора Н-338. Благодаря соответствующему подключению секций в нейтральном положении якоря, будет нулевой уровень сигнала. Реальная характеристика индуктивного чувствительного элемента отличается от идеальной наличием некоторой нелинейности. Для достижения линейных характеристик следует ограничивать диапазон измерений выходного сигнала линейным участком реальной характеристики чувствительного элемента, что достигается при тарировке прибора.

В динамическом режиме, когда скоростью перемещения якоря относительно сердечника нельзя пренебречь, выходной сигнал содержит дополнительную квадратурную составляющую, вносящую погрешность в работу чувствительного элемента. Относительная величина этой составляющей, выраженная в процентах [5], равна отношению частоты перемещения якоря к частоте питающей сети. Основным достоинством индуктивных чувствительных элементов является большая крутизна выходного сигнала, отсутствие трущихся контактов, надежность и простота конструкции. Для условий данных измерений погрешность точности колебалась в пределах 1,5-5%.

Исследования кинетики гидротермической обработки древесины проведены на березовых образцах диаметром 9 мм, длиной 160 мм, имеющих относительную влажность 40%. Испытание образцов происходило в лабораторном автоклаве емкостью 17 л. Интервал исследованных температур 20-190°C. В процессе подъема температуры через каждые 10°C регистрировались свободно затухающие колебания торсионного маятника. Из полученных диаграмм определялись частота колебаний и логарифмический декремент затухания, для расчета динамического модуля сдвига и тангенса угла механических потерь применяли формулы [4].

$$G^* = G_1 + i G_2 \quad (1); \quad G_1 = \frac{2\ell I (4\pi^2 - A^2)}{\pi R^4} \omega^2; \quad (2)$$

$$G_2 = \frac{8\ell I A}{R^4} \omega^2 \quad (3); \quad \operatorname{tg} \delta = \frac{G_2}{G_1} = \frac{4\pi A}{4\pi^2 - A^2}, \quad (4)$$

где  $I$  – момент инерции системы;

$R$  – радиус образца;

$\ell$  – длина образца;

$\omega$  – частота затухающих колебаний системы;

$A$  – логарифмический декремент затухания;

$n$  – количество периодов колебаний.

Результаты исследований представлены графически на рис. 2.

Динамический модуль сдвига можно рассматривать как комплексную величину ( $G^*$ ). Действительная часть модуля  $G_1$ , совпадающая по фазе с деформацией, характеризует энергию, запасаемую в образце в результате деформирования. Мнимая часть



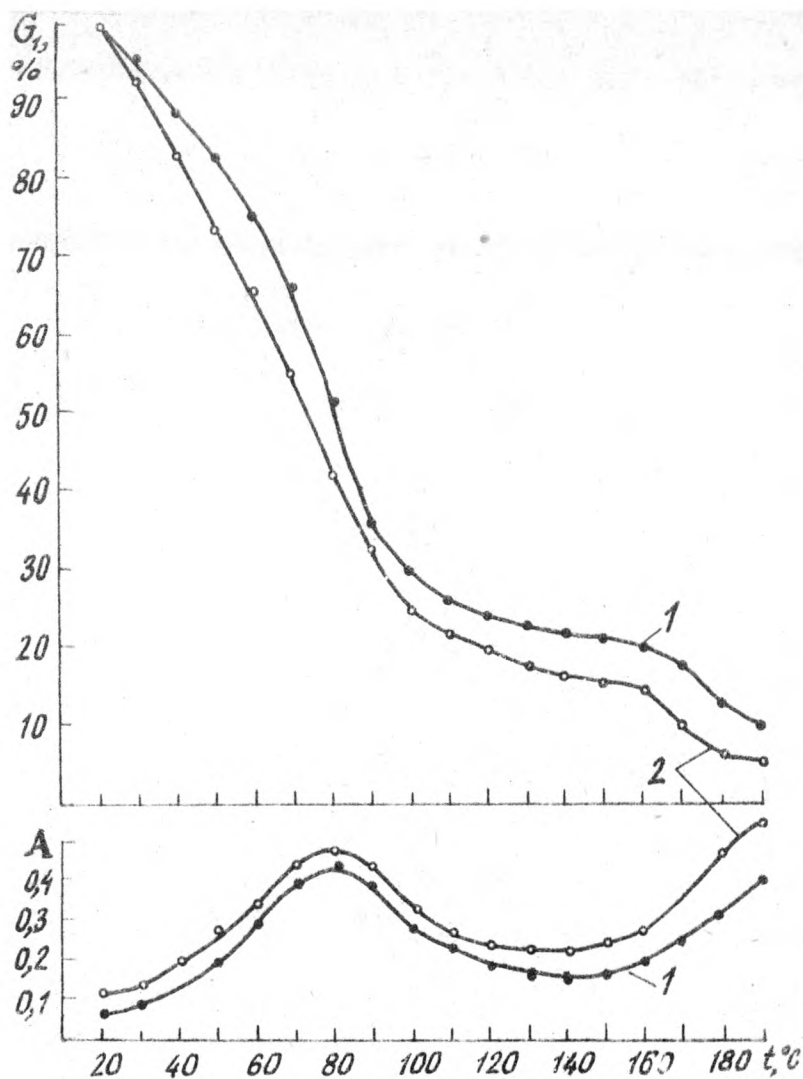


Рис. 2. График зависимости динамического модуля сдвига и логарифмического декремента затухания березовой древесины от температуры гидротермической обработки:

- 1- пропаривание без химических добавок;
- 2- пропаривание с введением мочевины.

модуля  $G_2$ , отстающая по фазе (на  $90^\circ$  для линейного вязкоупругого тела) от деформации, отражает рассеивание энергии и часто называется модулем потерь.

Обычно для оценки динамических свойств материала определяют компоненту модуля  $G_2$  и угол сдвига фаз  $\delta$  или чаще  $\operatorname{tg} \delta$ , называемый тангенсом угла механических потерь. Вместо  $\operatorname{tg} \delta$  часто пользуются логарифмическим декрементом затухания  $A$ .

Из формулы (4) можно показать, что для значений  $A$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{A}{4}.$$

На рис. 2 представлены температурные зависимости  $G_2$  и  $A$  для пропаривания без добавки химических реагентов и с введением мочевины как пластификатора в количестве 0,5% от веса древесины. На диаграмме наблюдаются области вязкоупругого, высокоэластического и вязкотекучего состояния древесины. Имеются два релаксационных перехода, обозначенных максимумами потерь на кривой изменения декремента затухания. Первый – в интервале  $80-90^\circ\text{C}$  – характеризует переход от вязкоупругого к высокоэластическому состоянию, и второй – при температурах свыше  $160^\circ\text{C}$  – характеризует переход от высокоэластического к вязкотекучему состоянию.

На всем протяжении температурной шкалы значения модуля при пропаривании с добавлением мочевины меньше, чем при чистом пропаривании, т.е. добавка мочевины ведет к снижению упругих свойств древесины. Можно ожидать в результате дополнительной пластификации более эффективного размола древесины и повышения качества плит. Прочность высушенных пропаренных образцов древесины с мочевиной на 20-30% выше прочности контрольных образцов, а прочность изготовленных древесноволокнистых плит с введением 0,5% мочевины от веса волокна в пропарочную камеру дефибратора (по данным кафедры технологии древесных пластиков и плит) повышается на 19%.

Таким образом, использование метода крутильных колебаний позволяет изучать вязкоупругие свойства древесины непосредственно в процессе гидротермической обработки. Кинетические кривые динамического модуля сдвига и логарифмического декремента затухания колебаний образцов древесины, замеряемых этим методом, способствуют определению оптимальных режимов пропаривания и размола древесной щепы с введением химических добавок или без него и могут применяться для косвенной харак-

теристики их влияния на свойства получаемых плит.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *May W.D, Attack D. A laboratory study of new mechanical pulping process - "Pulp, paper mag. of Canada" 1965, v 8.*
2. Чибирев В.Е., Липцев Н.В., Солечник Н.Я. К вопросу о температурно-временной эквивалентности гидротермической обработки применительно к производству древесноволокнистых плит. - В сб. : Технология древесных плит и пластиков. Свердловск, изд. УПИ, 1976.
3. Уорд И. механические свойства твердых полимеров. М., "мир", 1970.
4. Яновский Ю.Г., Дзюра Е.А. Маятниковые приборы для изучения вязкоупругих характеристик полимерных систем. - "Заводская лаборатория", 1969, № 1.

УДК 674.815-41.02

А.М.Завражнов, Г.А.Панюкова,  
В.В.Васильев  
(Всероссийский научно-исследователь-  
ский институт древесины)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ОКОРКИ В ИЗГОТОВЛЕНИИ ПЛИТ С НАРУЖНЫМИ СЛОЯМИ ИЗ ВОЛОКНА

Кора составляет 8-10% от объема ствола дерева. В настоящее время она практически не используется. На абсолютном большинстве предприятий кора отвозится на отвал и сжигается. Затраты на вывозку, содержание отвалов, аренду территории составляют не менее 1,2 руб на 1 пл.м<sup>3</sup> коры.

Скапливание коры в отвалах засоряет окружающую среду поселков и городов, создает опасность пожаров.

Кора может использоваться как топливо, химическое сырье, удобрение и сырье для производства плитных материалов. Использование коры в производстве плитных материалов имеет ряд преимуществ в сравнении с другими областями:

1. Объем переработки коры и применение плит неограничены.
2. Плиты могут быть получены со специфическими, необходимыми для народного хозяйства свойствами.
3. Возможность использования коры различных пород, как сплавной, так и несплавной древесины, полученной при любых способах окорки.

Производство плит из отходов окорки при всех своих утилизационных достоинствах имеет недостатки, главный из которых — низкая прочность при статической изгибе. Так, по данным ЦНИИМОД, предел прочности плит из отходов окорки при плотности 800 кг/м<sup>3</sup> равен 5,5 - 7,9 МПа при содержании связующего 8-14%.

Известно, что на величину прочности при статическом изгибе влияет в основном прочность наружных слоев. Для этого отходы окорки используют для среднего слоя, а для наружных слоев – обычную древесную стружку. Предел прочности таких плит при плотности  $890 \text{ кг/м}^3$  равен  $15,1 \text{ МПа}$ , но качество поверхности у таких плит не отвечает современным требованиям.

С целью улучшения качества поверхности, увеличения прочности при статическом изгибе при одновременном использовании отходов окорки наружные слои плит целесообразнее изготавливать из древесного волокна.

В лабораторных условиях были проведены исследования при использовании метода отсеивающих экспериментов. На основании априорных, литературных данных и результатов исследований по разработке технологии древесностружечных плит с наружными слоями из волокна были приняты следующие независимые переменные:

- $X_1$  – содержание связующего в среднем слое, %;
- $X_2$  – содержание связующего в наружных слоях, %;
- $X_3$  – расход волокна на  $1 \text{ м}^2$  поверхности, кг;
- $X_4$  – плотность плит,  $\text{кг/м}^3$ ;
- $X_5$  – температура обогревательных плит пресса,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- $X_6$  – давление прессования, МПа;
- $X_7$  – продолжительность прессования, мин/мм;
- $X_8$  – степень помола волокна, ед. ВНИИдрев;
- $X_9$  – количество распыляемой воды,  $\text{кг/м}^2$ ;
- $X_{10}$  – влажность волокна, %;
- $X_{11}$  – влажность частиц окорки, %.

Уровни варьирования независимых технологических переменных представлены в табл. 1.

Для составления матрицы планирования переходили от натуральных переменных  $X_1, X_2 \dots X_{11}$  к кодированным  $x_1, x_2 \dots x_{11}$ .

В качестве векторов выхода принимаем:

- $Y_1$  – предел прочности при статическом изгибе, МПа;
- $Y_2$  – разбухание по толщине за 24 ч, %;

Таблица 1

Уровни варьирования экспериментов

Наименование	Ф а к т о р ы										
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>
Основной уровень	10	12	2,2	700	180	3,0	0,3	300	0,002	5	3
Верхний уровень ( +1 )	12	16	3,3	800	210	4,2	0,42	400	0,003	7	5
Нижний уровень ( -1 )	8	8	1,1	600	150	1,8	0,18	200	0,001	3	1
Интервал варьирования	2	4	1,1	100	30	1,2	0,12	100	0,001	2	2

Опыты рандомизировались по технологическим соображениям. Результаты реализации насыщенного плана приведены в табл.2. Результаты экспериментов являются средними из двух параллельных опытов. По полученным данным подсчитаны коэффициенты регрессии для вышеупомянутых параметров и составлены следующие уравнения:

$$Y_1 = 13,9 - 0,13X_1 + 2,04X_2 - 0,33X_3 + 0,58X_4 - 0,34X_5 + 6,7X_6 + 4,4X_7 - 0,1X_8 - 0,52X_9 + 0,42X_{10} + 0,43X_{11};$$

$$Y_2 = 16,58 - 0,25X_1 - 2,75X_2 - 0,75X_3 - 1,43X_4 - 0,02X_5 - 0,98X_6 + 0,42X_7 - 0,08X_8 - 2,08X_{10} + 0,08X_{11}.$$

После проверки на значимость коэффициентов регрессии уравнения приняли вид:

$$Y_1 = 13,9 + 2,04X_2 + 0,58X_4;$$

$$Y_2 = 16,58 - 2,75X_2 - 0,75X_3 - 1,43X_4.$$

Исследуя полученные уравнения, можно заметить, что параметры с увеличением плотности плит и содержания связующего в наружных слоях улучшаются. Для улучшения разбухания по толщине ва 24 и следует увеличить от основного уровня расход и влажность

Таблица 2

матрица планирования

№ оп-та	Уровни факторов											Вектор выхода		
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>
9	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	4,2	6,0	22
8	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	21,4	22,1	11
3	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	8,1	10,1	12
2	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	18,6	17,6	15
3	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	21,1	21,7	15
11	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	10,0	10,1	16
10	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	22,6	22,5	14
5	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	18,2	17,6	15
7	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	16,5	17,6	20
4	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	7,4	6,8	18
1	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	12,5	12,0	14
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,4	6,1	24

Таблица 3

Фактические показатели плит в зависимости от различных факторов

Факторы	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_{10}$	$y$	$y$
Коэффициент регрессии $b_i$	Предел прочности при статической изгибе					
$X$ Интервал варьирования	2,04		0,58			
Шаг, соответствующий изменению $X_4$ на 25	8,2		58			
Реализованный опыт	0,35		25			
Мысленный опыт	12,5		725		17,9	15,6
Мысленный опыт	13,0		750			17,3
Мысленный опыт	13,5		775			19,0
Реализованный опыт	14,0		800		22,5	21,0
Мысленный опыт	14,5		825			23,4
Мысленный опыт	15,0		850			24,2
Коэффициент регрессии $b_i$	Разбухание по толщине за 24 ч					
$X$ Интервал варьирования	-2,75	-0,75	-1,43		-2,08	
Шаг, соответствующий изменению $X_4$ на 20	-11,0	-0,825	-143		-4,16	
Округление	1,57	0,11	20		0,6	
Реализованный опыт	1,5	0,1	20		0,5	
Мысленный опыт	13,5	2,5	720		5,5	6,5
Мысленный опыт	15,0	2,4	740		6,0	14,69
Мысленный опыт	16,5	2,5	760		6,5	12,78
Мысленный опыт	18,0	2,6	780		7,0	11,57
Реализованный опыт	19,5	2,7	800		7,5	8,90
Мысленный опыт	21,0	2,8	820		7,4	7,07
					8,0	5,16



волокна.

Для дальнейшего исследования воспользовались методом "крутого восхождения" по условному градиенту (табл.3). При реализации мысленных опытов за постоянные принимались факторы, используемые в насыщенном плане, и незначимые факторы, равные основным уровням.

Анализируя результаты реализованных опытов, пришли к выводу, что "крутое восхождение" для параметра разбухания по толщине эффективно, а для прочности при статическом изгибе малоэффективно, т.к. результаты реализованных опытов не выше показателей, указанных в матрице.

Проведенные исследования показали, что плиты с наружными слоями из волокна и средним слоем из отходов окорки, полученные при следующих факторах:

содержание связующего в наружных слоях, %	.....10;
содержание связующего в среднем слое, %	.....10;
расход волокна, кг/м <sup>2</sup>	.....2,2;
температура прессования, °С	.....180;
давление прессования, МПа	.....3,0;
продолжительность прессования, мин/мм	.....0,3;
влажность волокна, %	.....5;
влажность частиц отходов окорки, %	.....3;
порода волокна	.....осина;
порода отходов окорки	.....ель;

имеют показатели предела прочности при статическом изгибе 19,6 МПа, разбухания по толщине 10%, предела прочности при растяжении перпендикулярно плоскости плиты 0,344 МПа, плотности 705кг/м<sup>3</sup>.

УДК 673.632

П.П.Третьяк, Г.К.Уткин, Е.И.Исаков  
(Уральский лесотехнический институт)

## К ВОПРОСУ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕССОВОЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ИЗ ЦЕЛЛОЛИГНИНА ХЛОПКОВОЙ ШЕЛУХИ

Хлопковая шелуха (отход масло-экстракционных заводов) является исходным сырьем для получения многих химических соединений. Гидролизная промышленность получает из шелухи ксилит, кормовые дрожжи, фурфурол и его производные [1]. В качестве отхода получается лигнин, претерпевший в процессе гидролиза глубокие превращения в результате конденсации, полимеризации и окисления. Выделенный таким образом лигнин оказывается не<sup>в</sup> [2] удобным материалом, что затрудняет его химическую переработку.

По этой причине значительная часть лигнина не находит промышленного применения.

Одним из методов полной переработки хлопковой шелухи является метод, сочетающий гидролитический и пирогенетический процессы. В этом случае гидролиз используется для получения пентозных сахаров, а остаток - целлолигнин, подвергается термолизу с целью получения левоглюкозана [3]. Было предложено применять хлопковую шелуху для получения целлюлозы, искусственного волокна, бумажной массы, продуктов сухой перегонки и т.д. [4].

В проблемной лаборатории УЛТИ разработан метод получения пресс-композиций на основе фенолоформальдегидных олигомеров с использованием в качестве активного наполнителя древесных опилок или хлопковой шелухи [5,6]. К недостаткам данного метода следует отнести невозможность использования пентозных сахаров, которые при получении продукта реакции на основе фенола, формальдегида и растительного сырья, переходили в жидкую фазу, содержащую непрореагировавший фенол и формальдегид. Желательно

было разработать метод, исключающий указанный недостаток.

На основе лабораторных исследований показана возможность переработки хлопковой шелухи комплексным методом, сочетающим гидролитический метод выделения пентоз с получением фенопластов на основе твердого остатка – целлолигнина.

Использовалась хлопковая шелуха, полученная с Ферганского завода фурановых соединений, она содержала 25,7% делинта, с условной плотностью 650 кгс/м<sup>3</sup>. Целлолигнин получали из хлопковой шелухи в лабораторных условиях, аналогичных одноступенчатому режиму процесса пентозной варки. Процесс проводили при температуре 97–98°C, гидроMODULE –7, в присутствии 2% серной кислоты в течение двух часов. Химический состав хлопковой шелухи и ее целлолигнина, полученного в лабораторных условиях, приведен в табл.1.

Таблица 1

Химический состав хлопковой шелухи и целлолигнина

Компоненты	Содержание в % от абсолютно сухого сырья	
	хлопковая шелуха	целлолигнин
Целлюлоза	47,56	64,75
Легкогидролизуемые полисахариды	22,40	4,53
Лигнин	26,41	28,39
Водорастворимые вещества	4,90	–
Жиры и смолы	1,80	3,10
Зола	2,43	0,35

При гидролитической обработке хлопковой шелухи получается до 21–22% пентоз. Целлолигнин, получаемый в количестве 72–76% от хлопковой шелухи, с влажностью 50–60% без предварительной обработки был использован как активный наполнитель для производства пресс-порошков.

Продукт реакции фенола, формальдегида и целлолигнина получали в реакторе с обратным холодильником при температуре 98–100°C в присутствии серной кислоты как катализатора и воду применяемой для создания реакционной жидкой фазы, достаточно

для смачивания целлолигинина. Продолжительность реакции 5 ч. На 100 массовых частей (м.ч) абсолютно сухого целлолигинина брали 70 м.ч фенола, 19,5 м.ч формальдегида, 11 м.ч серной кислоты и 550 м.ч воды (с учетом влаги целлолигинина и воды в формалине).

Молярное отношение фенола к формальдегиду равно 1:0,86. Это обеспечивало получение фенолоформальдегидных олигомеров, близких по свойствам к новолакам по молекулярной массе, скорости отверждения и другим показателям (табл.2).

Таблица 2

Влияние продолжительности процесса на свойства  
фенолоформальдегидных олигомеров

Время поли- конденсации, мин	Содержа- ние экст- рагируе- мых аце- тоном оли- гомеров из продук- та реакции, %	Свойства фенолоформальдегидных олигомеров				
		темпера- тура кап- лепадения, °C	бромные числа по Петрову	вязкость моле- куляр- ного раствора, масса спл	скорость отвержде- ния с 10% уротропи- на при темпера- туре, °C	
						150 160
20	29,06	61	49,34	—	337	96 68
40	32,26	67	43,96	1,55	352	90 50
60	33,77	72	57,48	1,60	381	90 50
90	34,66	73	64,45	1,67	365	83 39
120	35,23	75	68,21	1,70	418	81 42
180	36,69	78	22,18	1,68	426	76 42
240	35,07	80	19,76	1,73	456	76 43

Выход продукта реакции составил 163,4% к целлолигнину. При этом фенол вступил в реакцию на 95,45%, а формальдегид — на 97,15% от вятых. После получения продукта реакции фильтрат с содержанием 0,5–0,6% фенола, 0,1% формальдегида и 2% серной кислоты использовали для приготовления реакционного раствора.

Из полученного продукта приготовлен пресс-порошок. С этой целью продукт реакции с влажностью 43–46% поступал в двухлопастной смеситель, где серная кислота нейтрализовалась известковым

молоком, затем вводили компоненты прессовочной массы - уротропин, нигрозин, окись кальция. Состав прессовочной массы в расчете на абсолютно сухую массу (вес, %): продукт реакции - 92,3%, уротропин - 5,5%, окись кальция - 1,0%, нигрозин - 1,2%. После смешения масса поступала в сушилку, где высушивалась при температуре 70-80°C до содержания летучих веществ 2,5-3,0%, а затем измельчалась в шаровой мельнице до размеров частиц не более 0,5 мм.

Полученный пресс-порошок затем подвергался стандартизации и упаковке.

При изготовлении изделий методом прессования, пресс-порошок таблетировался и подогревался в установке ТВЧ. Прессование проводилось при температуре 180-200°C и давлении  $29,4 \pm 4,9$  МПа.

Отпрессованные изделия по своим показателям удовлетворяли требованиям ГОСТа 5689-75. Ударная вязкость их составляла  $62,76256 \cdot 10^3 \text{ Дж/м}^2$ , разрушающее напряжение при изгибе - 71,6 МПа.

Кроме того, пресс-порошки на основе целлолигнина обладают высокой теплостойкостью (180-200°C по Мартенсу) и хорошими диэлектрическими свойствами (электрическая прочность более 15 кВ/мм).

При ориентировочном расчете получен следующий расход на 1 т пресс-порошка в кг: целлолигнин, абсолютно сухой - 547; фенол (98%) - 378; формалин (37%) - 278; серная кислота (75%) - 20,4; уротропин - 54,5; окись кальция - 20,8; нигрозин - 11,9.

Технико-экономическая оценка эффективности производства пресс-порошков на основе целлолигнина по приведенной рецептуре производилась на основе выявления основных экономических показателей и их сравнения с аналогичными показателями производства пресс-порошков 05-010-02 (К-18-2), связующие которых также получают на кристаллическом феноле.

В результате проведенных расчетов выявлено, что себестоимость производства пресс-порошков на основе целлолигнина составляет 254 руб., что ниже на 35,2% себестоимости К-18-2. В связи с этим возрастает рентабельность производства, а капитальные затраты на оборудование снижаются более, чем на 12%.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Чепиго С.В. Вопросы использования пентовансодержащего сырья. Труды Всесоюзного совещания. Рига, "Зинатне", 1958.
2. Изумрудова Т.В. Новые пути использования лигниновых отходов. М., изд. ОНТИТЭИмикробиопром, 1976.
3. Голова О.П., Эпштейн Я.В., Максименко И.С. и др. О перспективности нового метода комплексной переработки растительного сырья - "Гидролизная и лесохимическая промышленность" 1962, № 3.
4. Материалы совещания по фенопластам. Кемерово, изд. КНИИХП, 1973.
5. Красноселов Б.К., Попова Г.И., Бабина И.Д. и др. Исследования в области прессовочных масс (пресс-порошков), полученных с использованием реакционной способности компонентов древесины. - В кн.: Труды УЛТИ, вып.19. Свердловск, изд. УЛТИ, 1966.
6. Третьяк П.П., Красноселов Б.К. Получение пресс-порошков с использованием хлопковой шелухи и ее целлюлозы. - В кн.: Труды УЛТИ, вып.20. Свердловск, изд.УЛТИ, 1966.

УДК 678.632

П. П. Третьяк  
(Уральский лесотехнический  
институт)

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕССОВОЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛОЛИГНИНА НА ДЕРИВАТОГРАФЕ

Физико-химические процессы, протекающие в какой-либо среде, или фазовые превращения вещества сопровождаются изменением теплосодержания системы. Если же они сопровождаются и изменением массы, то применяют дериватограф, которым изменение теплосодержания системы обнаруживается с помощью дифференциального термического анализа (ДТА), а изменение веса вещества - термографическим анализом (ТА). Прибор записывает на светочувствительной бумаге одновременно четыре кривые: Т, Т<sub>Г</sub>, ДТО и ДТА.

Кривая Т представляет собой изменение температуры образца во времени; Т<sub>Г</sub> - убыль веса образца; ДТО - изменение скорости убыли веса образца; ДТА - изменение теплосодержания образца [1].

С помощью дериватографа системы "Паулин" исследовали отверждение прессовочных композиций на основе продукта реакции фенола, формальдегида и целлолигнина, полученных в проблемной лаборатории УЛТИ [2], при нагревании их со скоростью 5°С/мин в интервале температур 20-200°С. Исследовали также поведение отвержденных образцов на основе целлолигнина при нагревании их со скоростью 10°С/мин в интервале температур 20-700°С. В последнем случае результаты сравнивались с данными, полученными в аналогичных условиях для пресс-изделий из фенопласта 03-010-02 (К-18-2).

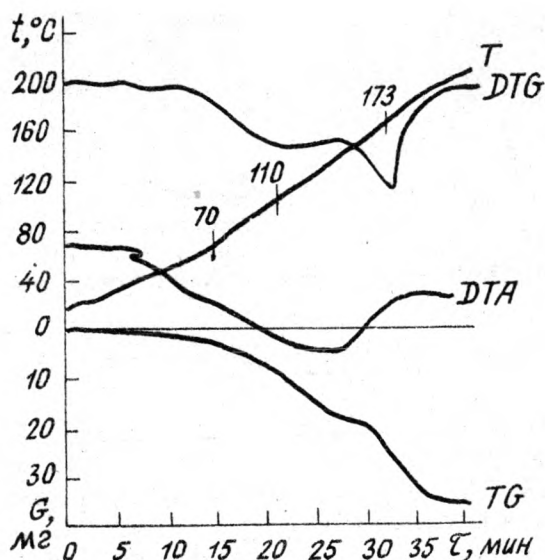


Рис.1. Дериwатoгpаммa oтвepдждения пpесс-кoмпoзиции нa oснoвe цeлoлигнинa. (Нaвeскa 4750 мг, cкopocть нaгpeвa  $-5^\circ\text{C}/\text{мин}$ ).

Из рис.1 следует, что легколетучие компоненты, в том числе и вода, неотвержденной композиции начинают выделяться при  $70^\circ\text{C}$  и достигают максимального значения при температуре  $105-110^\circ\text{C}$ , о чем можно судить по кривой  $TG$ , которая резко идет вниз. Об этом свидетельствует и кривая  $DTG$ . Выделение легколетучих веществ и плавление олигомера происходит с поглощением тепла (эндотермический эффект). Экстремальное значение кривой  $DTA$  в пределах температур  $70-112^\circ\text{C}$ . Из пресс-композиции в этом пределе температур выделяется 1,6% легколетучих веществ, а скорость нагревания образца составляет  $4,2^\circ\text{C}/\text{мин}$ . Следовательно, температура предварительного нагревания таблетированного материала на основе целлолигнина должна быть не более  $110^\circ\text{C}$ .

Процесс отверждения новолачных фенолоформальдегидных олигомеров под действием уротропина происходит с выделением в качестве побочного продукта аммиака, часть которого остается



в отпрессованном изделии, а другая – выделяется во время прессования. Так, при отверждении нэволаков выделяется до 3,2% летучих, а при отверждении резолов – до 8%. Процесс отверждения сопровождается выделением тепла [3].

Об экзотермической реакции отверждения пресс-композиции на основе целлолигнина свидетельствует экстремум кривой ДТА, а также кривые ТГ и ДТГ при температуре 120–190°C. Интенсивное выделение летучих при отверждении пресс-композиции происходит при температуре 173°C.

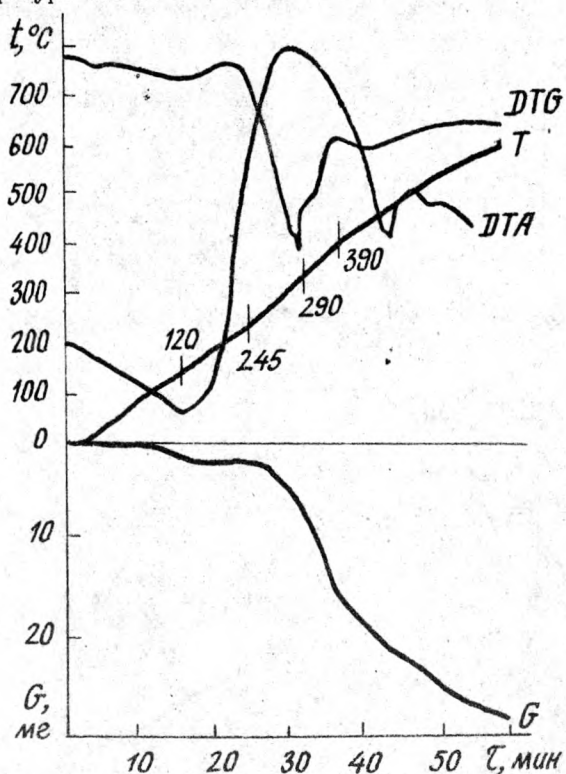


Рис.2. Дериватограмма измельченного изделия из пресс-композиции на основе целлолигнина (навеска 514,9 мг, скорость нагрева  $-10^\circ\text{C}/\text{мин}$ ).

В исследуемой области отверждения материала подъем температуры образца составлял  $5,8^{\circ}\text{C}/\text{мин}$  и выделялось  $2,4\%$  летучих веществ.

Анализ кривых, полученных на дериватографе для измельченного пресс-изделия на основе целлюлогина, (рис.2) показывает, что до  $170^{\circ}\text{C}$  происходит удаление летучих веществ. Максимальное их выделение наблюдалось при  $120^{\circ}\text{C}$  (кривая ДТГ). Начало разложения композиции происходит при  $245^{\circ}\text{C}$  и достигает максимума при  $290^{\circ}\text{C}$ , а заканчивается при  $390^{\circ}\text{C}$ . В пределах температур разложения пресс-композиции выделялось  $26,3\%$  летучих веществ.

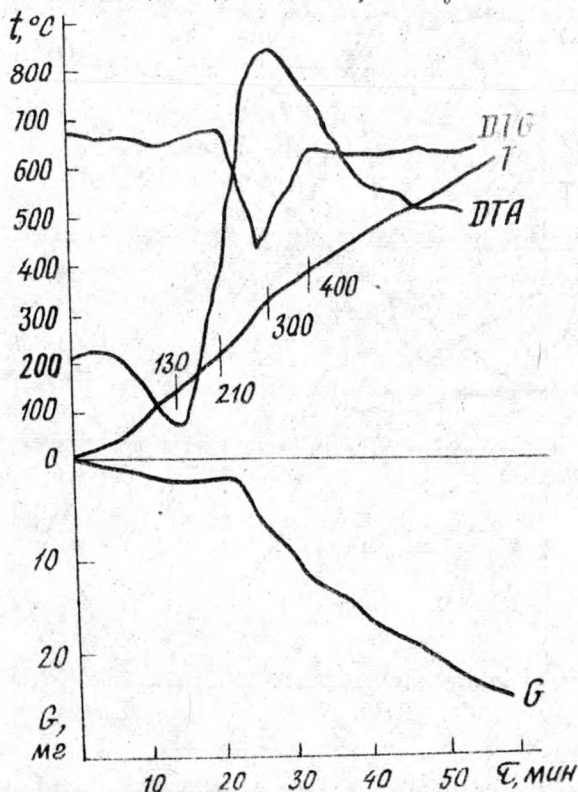


Рис.2. Дериватограмма измельченного пресс-изделия из фенопласта ОЗ-010-02. (Навеска -472,8 мг, скорость нагрева  $-10^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ ).

Процесс разложения протекал со значительным выделением тепла, достигающим наибольшего предела при  $340^{\circ}\text{C}$  (кривая ДТА).

В этих условиях скорость нагревания исследуемого образца составляла  $18,2^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ . В пределах температур  $390-600^{\circ}\text{C}$  в испытуемом образце, вероятно, происходят процессы структурирования, сопровождающиеся поглощением тепла. При этом скорость убыли веса образца остается постоянной (кривая ДТ $\delta$ ). При нагревании до  $600^{\circ}\text{C}$  вес образца уменьшался на 54,3%.

Процесс разложения пресс-изделий из фенопласта 03-010-02 (рис.3) начинался при температуре  $210^{\circ}\text{C}$  и достигал максимума при  $300^{\circ}\text{C}$ , а заканчивался при  $400^{\circ}\text{C}$ . За период разложения убыль веса образца составляла 30,65%, а в пределе исследуемых температур -50,8%. В остальном дериватограмма аналогична дериватограмме пресс-изделия на основе целлолигнина.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что максимальная скорость отверждения пресс-композиции на основе целлолигнина наблюдалась при температуре  $173^{\circ}\text{C}$ . Нагревание пресс-композиции до  $200^{\circ}\text{C}$  не приводило к ее деструкции (см. рис.2). Следовательно, процесс переработки такой пресс-композиции методом прессования можно вести при температурах до  $200^{\circ}\text{C}$ .

Процесс разложения пресс-изделий на основе целлолигнина начинался при температуре на  $40^{\circ}\text{C}$  большей, чем для пресс-изделий из 03-010-02. Это подтверждается более высокой теплостойкостью изделий на основе целлолигнина, которая составляла по Мартенсу  $180-200^{\circ}\text{C}$  [2], против  $160^{\circ}\text{C}$  для 03-010-02.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Паулик Ф., Паулик И., Эрди. Дериватография - комплексный метод в термическом анализе. Будапешт, "Таланта", 1966.

2. Третьяк П.П. Прессовочные композиции на основе хлопковой шелухи и ее целлолигнина. Сборник научных трудов аспирантов и соискателей. Ч. 2, Свердловск, изд.УЛТИ, 1969.

3. Григорьева Л.Ф. Фенолоформальдегидные смолы в разных стадиях отверждения и пластмассы на их основе как диэлектрики. Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. М., 1954. (Московский химико-технологический институт).

УДК 634.0.865

В.Н.Петри, Н.П.Карташов,  
М.Е.Мельникова, А.С.Аккерман  
(Уральский лесотехнический  
институт)

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЛИТ ИЗ РИСОВОЙ СОЛОМЫ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ

В лесодефицитных районах Украины, Казахстана и Краснодарского края на поливных землях в больших количествах выращивается рис. При его сборе и обработке в стране ежегодно образуется большое количество рисовой соломы [1].

В проблемной лаборатории УЛТИ проведены исследования по получению плит из рисовой соломы, которые могли бы заменить материалы, получаемые из древесины, что позволило бы сократить спрос на нее в районах, выращивающих рис. В результате лабораторных исследований была доказана возможность использования в качестве сырья рисовой соломы для получения плитных материалов без добавления связующих [2,3] и найдены оптимальные режимы прессования их.

Установлено, что необлицованные плиты с достаточно высокими показателями прочности и водостойкости получены при давлении прессования 9 МПа, температуре горячего прессования 170°C, продолжительности 1,2 мин/мм толщины готового материала и влажности исходного материала 11-12%.

Физико-механические свойства необлицованных плит из дробленой рисовой соломы следующие:

предел прочности при статическом изгибе, МПа	....28,0 ;
разрушение по толщине за 24ч, %	.....28,4 ;
водопоглощение за 24ч, %	.....26,2 ;
плотность, кг/м <sup>3</sup>	.....1320 ;
влажность в момент испытания, %	..... 7,2.

На основании полученного режима прессования и требований, предъявляемых к сырью, было выбрано технологическое оборудование и разработана схема технологического процесса изготовления плитного материала из рисовой соломы (рис.1).

Основное технологическое оборудование может быть использовано стандартное, выпускаемое отечественными заводами.

Рисовая солома со склада сырья поступает в цех по транспортеру 1. Для извлечения металлических включений над транспортером устанавливается металлоуловитель 7. Измельчение соломы производится на четырех кормодробилках КДУ-2 "Украина" 2. Измельченная на кормодробилках солома системой пневмотранспорта подается в оункер 6 марки ДБО-1 с дозирующим устройством, которое позволяет изменять объем дробленки, выдаваемой в единицу времени в сушилку.

Сушку предусматривается производить в сушилке с "кипящим" слоем 10. Производительность сушилки зависит от влажности подаваемой дробленки. С увеличением влажности частиц уменьшается их подача в сушилку. В случае поступления частиц с влажностью меньше оптимальной они увлажняются с помощью установки 5, выдерживаются в оункере 6, и выравнивание влажности происходит в сушилке. Воздух, нагнетаемый вентилятором высокого давления в сушилку, нагревается при прохождении через пластинчатые калориферы 9.

Частицы, высушенные до заданной влажности 11-12%, вентилятором 5 подаются в оункер запаса 6, который равномерно заполняет питающий оункер 11 формирующей машины 12 (конструкции Херсонского целлюлозно-бумажного комбината).

Формирующая машина 12 обеспечивает ровный настил пакета с воздушным фракционированием. Пакет формируется на предварительно очищенном и припудренным тальком поддоне. Нанесение талька осуществляется специальным механизмом 13.

При формировании пакета поддоны под формирующей машиной перемещаются транспортером с изменяющейся скоростью, что позволяет формировать пакет различной толщины без перестройки работы формирующей машины. Пакет формируется по сечению так, чтобы толщина его в периферийной зоне шириной 100 мм превышала остальную часть на 20 мм. Для бокового формирования пакета предусматриваются ленточные транспортеры. Сформированный пакет цепным транспортером 15 подается в ленточно-валяцовый подпрессовщик 14. Алюминий

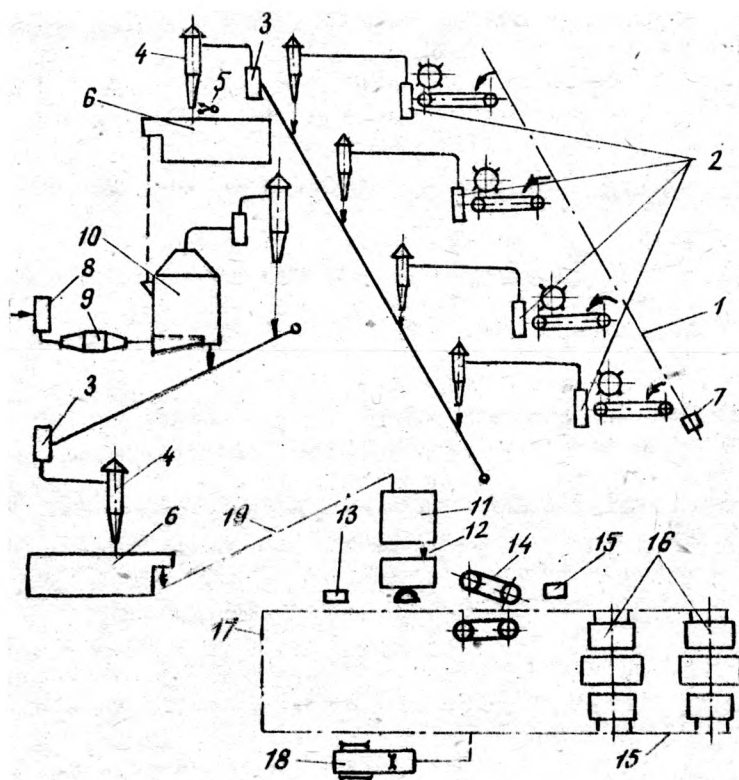


Рис. 1. Схема технологического процесса.

подпрессовка применяется для уменьшения высоты пакета, чтобы он свободно проходил в пром-жутки горячего пресса. При этом в подпрессованном пакете мелкие частицы меньше просыпаются с поверхности во внутрь пакета. Механизмом 13 на подпрессованный пакет наносится тончайший слой талька. Подготовленные пакеты транспортерами последовательно подаются в загрузочные этажерки прессов 16 марки Д 7444. После заполнения всех промежутков этажерки пакеты толкателем одновременно подаются в пресс для горячего прессования.

Сначала производится загрузка этажерки первого пресса, а затем - второго. Плиты пресса перед загрузкой в него пакетов должны быть нагреты до заданной температуры. После горячего прессования по заданному режиму следует охлаждение до температуры 25°C и снятие давления. Готовые плиты вместе с поддонами выгружаются в разгрузочную этажерку, из которой последовательно подаются на продольный транспортер 15. В процессе прохождения пакета по этому транспортеру производится сьем плит и подача их на форматно-обрезной станок 18 марки ЦТЭФ-1. Освободившиеся поддоны очищаются, присыпаются тальком и по транспортеру подаются к расстилочной машине для формирования на них новых пакетов.

Готовые плиты после обрезки сортируются. Плиты с дефектами могут перерезаться на меньший размер. Плиты, принятые контролером, укладываются в плотные пакеты и передаются на склад готовой продукции.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Натальин Н.Б. Рисоводство. М., "Колос", 1973.
2. Мельникова М.Е., Петри В.Н. Рисовая солома - сырье для получения плитного материала. - В сб. : Древесные плиты и пластики. Свердловск, изд. УЛТИ, 1975.
3. Мельникова М.Е. Изыскание оптимальных режимов получения плитного материала из рисовой соломы без добавления связующих. - В сб. : Технология древесных плит и пластиков. Свердловск, изд. УПИ, 1976.

УДК 634.0.865:634.0.28

Г.Г.Говоров, В.Д.Волкова  
(Уральский лесотехнический  
институт)

## ПЛИТНЫЙ МАТЕРИАЛ ИЗ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

### Предварительное сообщение

Древесные плиты и пластики нашли широкое применение в народном хозяйстве нашей страны. Растущие потребности в этих материалах требуют увеличения их выпуска и вследствие этого расширения и изыскания новых сырьевых ресурсов. В некоторых районах СССР запасы древесины ограничены, поэтому замена ее местным одревесневшим растительным сырьем является интересной и важной задачей. Это позволит сберечь миллионы кубометров деловой древесины.

Традиционными районами по выращиванию винограда являются Крым, Средняя Азия, Закавказье, где очень мало или почти нет лесных массивов. При возделывании винограда ежегодно образуется большое количество (2-4т на га) одревесневших отходов в виде виноградной лозы, которая не находит промышленного применения.

Это растительное сырье остается без внимания, и требуются порой большие затраты для его уничтожения. Получение плитных материалов из виноградной лозы пока еще не вышло за рамки лабораторных экспериментов. Большинство исследователей шло по пути создания материалов типа древесностружечных плит [1].

Анализ данных о химическом составе виноградной лозы свидетельствует о том, что в ней имеются в достаточных количествах реакционноспособные компоненты, характерные для древесины [2].

Это свидетельствует о целесообразности поисков по получению из виноградной лозы плит типа ЛУДП. Этот способ переработки различных растительных отходов (гуа-пай, костры кенафа, рисовой соломы и др.) вполне оправдал себя [3].



Исследования по изысканию возможности изготовления плит проводились с сырьем, поступившим из ДагАССР. Виноградная лоза рубилась на молотковой дробилке С-210, затем подвергалась измельчению на кормодробилке ДКУ-и для получения частиц размером 3/0.

Прессование проводилось на прессе П-474 при удельных давлениях 2,5 и 5 МПа и температуре плит пресса 170°C. Влажность сырья была принята на основании экспресс-методов определения ориентировочного значения оптимальной влажности древесного пресс-материала [3].

Результаты поисковых исследований по получению плит из виноградной лозы приведены в таблице. Эти предварительные исследования дали основание заключить, что виноградная лоза является отличным сырьем для получения плитных материалов. Характерно нарастание прочности в процессе кондиционирования плит. Как известно, влажность плит влияет на прочностные показатели, особенно значительное возрастание прочности в процессе хранения наблюдается у плит из древесных частиц хвойных пород [3]. Это свидетельствует о том, что химические изменения, происходящие в пресс-материале из виноградной лозы при горячем прессовании, а также при кондиционировании плит, очевидно, аналогичны изменениям для плит из древесных частиц хвойных пород.

Условия изготовления и свойства плит из  
виноградной лозы

Условия изготовления			Физико-механические свойства			
давление, МПа	продол- житель- ность горячего прессова- ния, мин/мм	влаж- ность сырья, %	предел прочно- сти при статичес- ком из- гибе, МПа	плот- ность, кг/м <sup>3</sup>	разбуха- ние за 24 ч, %	влажность плит в мо- мент испы- тания, %
2,5	1,2	20	$\frac{12,5}{20,6}$	$\frac{1110}{1100}$	$\frac{8,7}{8,6}$	$\frac{14,7}{8,0}$
5,0	1,4	16	$\frac{19,7}{29,5}$	$\frac{1270}{1270}$	$\frac{10,0}{11,1}$	$\frac{13,1}{10,4}$

Примечание. В числителе приведены показатели физико-механических свойств плит, испытанных через 6, а в знаменателе - через 30 суток после изготовления.

Исследования будут продолжены с целью нахождения оптимальных условий получения плитных материалов из виноградной лозы при различных значениях давления прессования.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Баум М.М., Новак Н.П. Изготовление стружечных плит из виноградной лозы. - "Фанера и плиты", 1974, № 10.
2. Шарков В.И., Куибина Н.И., Соловьева-К.П. Количественный химический анализ растительного сырья. М., "Лесная промышленность", 1968.
3. Плитные материалы и изделия из древесины и других одревесневших растительных остатков без добавления связующих. Под редакцией проф. Петри В.Н. М., "Лесная промышленность", 1976.

УДК 674.815.41

В.П. Жуков, Т.П. Миронова, А.А. Филонов,  
А.А. Щербинин  
(Воронежский лесотехнический  
институт)

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛИТ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ЛАБОРАТОРНЫМ И ПРОМЫШЛЕННЫМ СПОСОБАМИ

При прессовании плит в лабораторных и производственных условиях в центре прессуемого пакета создаются разные условия вследствие различия в размерах прессуемых плит. В лабораторной плите расстояние от центра до края пакета невелико, поэтому водяные пары сравнительно свободно перемещаются к краю и выходят через кромку пакета. В промышленной плите выход водяных паров затруднен, поэтому в центре пакета создается избыточное давление паровоздушной смеси, которое при малой продолжительности прессования может привести к расслоению в момент размыкания плит прессы, а в других случаях отрицательно сказывается на прочностных показателях плит.

С целью определения поправочных коэффициентов, учитывающих разницу в производственных и лабораторных условиях, были изготовлены партии плит при одинаковых условиях в цехе древесно-стружечных плит Шатурского мебельного комбината и в лаборатории Воронежского лесотехнического института.

Для изготовления плит в том и другом случае использовалась стружка из древесины смешанных пород, изготовленная на Шатурском мебельном комбинате. Для наружных слоев стружка изготавливалась на зубчато-ситовой мельнице.

Влажность стружки наружного слоя до осмоления составляла 2%, внутреннего - 1,0%. В качестве связующего использовали смолу УКС. для наружного слоя концентрация связующего составляла 50%, а продолжительность отверждения 120 с. Для внутреннего

слоя концентрация связующего составляла 53%, а продолжительность отверждения - 65 с. Расход связующего для наружных слоев составлял 12,4%, для внутреннего - 10,2% - по сухому веществу. Значения влажности сухой стружки получены как средние по журналам наблюдений за ноябрь-декабрь месяцы 1975 года.

Расход связующего в наружном и внутреннем слоях определен также как средний на основании имеющихся данных по влажности стружки до и после осмоления, с учетом фактического расхода связующего.

Плиты прессовались при следующих условиях:

температура плит пресса, °C	-150 ;
продолжительность посадки плит пресса на дистанционные планки, с	-60-70 ;
продолжительность прессования, мин	-8 .

После прессования плиты выдерживались в комнатных условиях в течение 5 суток, а затем испытывались по известной методике в соответствии с ГОСТом 10634-73-10636-73.

На рис. 1-3 приведены зависимости физико-механических показателей от плотности плит.

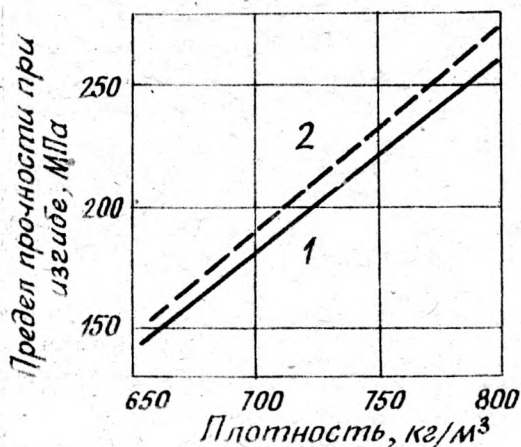


Рис. 1. Зависимость предела прочности при статическом изгибе от плотности плит:

1- прокатанные плиты, 2- лабораторные.

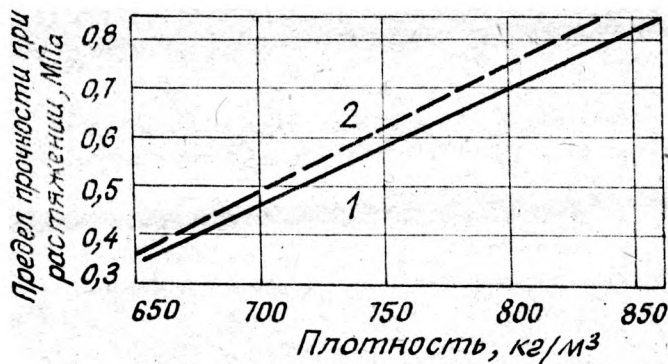


Рис. 2. Зависимость предела прочности при растяжении перпендикулярно пласти от плотности плит:  
1- промышленные плиты, 2- лабораторные .

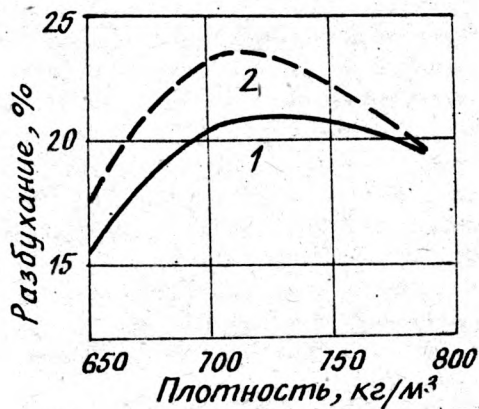


Рис. 3. Зависимость разбухания по толщине от плотности плит;  
1- промышленные плиты, 2- лабораторные .

Как видно из рисунков, прочностные показатели плит находятся в линейной зависимости от плотности плит. При этом предел прочности при статическом изгибе лабораторных плит оказался выше по сравнению с промышленными плитами в среднем на 3%, предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти - в среднем на 8%.

Как видно из рис.3, характер зависимости разбухания плит от их плотности для лабораторных и промышленных плит оказался идентичным, причем лабораторные плиты разбухали в большей степени, чем промышленные. Для промышленных плит с увеличением плотности от 650 до 720 кг/м<sup>3</sup> наблюдается увеличение разбухания с 15 до 21%. Дальнейшее увеличение плотности не только не приводит к увеличению разбухания, но даже несколько уменьшает его, что объясняется уменьшением пористости плиты.

У лабораторных плит увеличение плотности с 650 до 720 кг/м<sup>3</sup> приводит к увеличению разбухания с 17 до 23,5%. При дальнейшем увеличении объемной массы разбухание снижается и при 790 кг/м<sup>3</sup> составляет 20%. Более высокие значения разбухания у лабораторных плит по сравнению с промышленными при одинаковой плотности предположительно можно объяснить тем, что лабораторные плиты вследствие своих малых размеров быстро охлаждаются после прессования, в то время, как промышленные плиты более длительное время находятся под воздействием высокой температуры (при выдержке в плотных стопах) и получают как бы дополнительную термообработку. Немаловажную роль играет и качество проклеивания стружки. Промышленные смесители, оборудованные большим количеством разбрызгивающих устройств, обеспечивают более равномерное проклеивание, чем лабораторные.

Таким образом, на основании приведенных данных установлено, что коэффициенты составляют

- для предела прочности при статическом изгибе	-1,08 ;
- для предела прочности перпендикулярно пласти	-1,08 ;
- для разбухания по толщине при	
плотности плит 650-700 кг/м <sup>3</sup>	-1,13 ;
750 кг/м <sup>3</sup>	-1,07 ;
800 кг/м <sup>3</sup>	-1,0

для пересчета физико-механических показателей промышленных плит на лабораторные.

УДК 676.258

Г.Б.Шалун, В.Б.Голынкина,  
Д.И.Шрагина

(Ленинградский завод слоистых пла-  
стиков)

Э.Л.Аким, Л.А.Павлова, А.Ф.Савельева  
(Ленинградский технологический  
институт целлюлозно-бумажной про-  
мышленности)

#### ПОЛУЧЕНИЕ БУМАГИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЛОИСТЫХ ПЛАСТИКОВ, НАПОЛНЕННОЙ ПОРОШКООБРАЗНОЙ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛОЙ

Комплекс ценных свойств, которыми обладают различные ви-  
ды слоистых пластиков, и, в частности, декоративный бумажно-сло-  
истый пластик (ДБСП), обуславливает то внимание, которое уделя-  
ется вопросу усовершенствования технологии их производства.

Как известно [1], технологический процесс производства  
ДБСП характеризуется довольно сложной технологической схемой,  
включающей в качестве одной из основных операций пропитку бума-  
ги раствором связующего с последующей сушкой. Несомненный инте-  
рес представляет поэтому объединение процесса производства бума-  
ги с процессом введения порошкообразной смолы в ее состав. Про-  
цесс дальнейшего получения пластика, таким образом, существенно  
упрощается, поскольку исключаются стадии пропитки и сушки, улуч-  
шаются условия переработки бумаги, и нет основания ожидать, что  
свойства полученного материала будут ниже по сравнению с матери-  
алом, получаемым по обычной технологии.

Подобные предложения высказывались ранее [2,3], однако,  
трудности, возникающие при осуществлении данного способа на прак-  
тике, препятствовали его внедрению в промышленность. Основным  
недостатком указанных способов является неполное осаждение смолы  
на волокнах целлюлозы при отливе бумаги в условиях предложенных

режимов, что вызывает большие потери фенолоформальдегидной смолы.

Работа, проводимая в ЛТИ ЦБП совместно с сотрудниками Ленинградского завода слоистых пластиков, была направлена на разработку оптимальных условий получения бумаги для слоистых пластиков, обеспечивающих максимальное удержание смолы волокнами целлюлозы при введении порошкообразной фенолоформальдегидной смолы в бумажную массу.

Порошкообразная фенолоформальдегидная смола представляет собой материал, инертный по отношению к целлюлозе в момент отлива бумаги, и поэтому ее удержание должно подчиняться закономерностям удержания наполнителей, которые вводятся в бумажную массу при отливе различных видов бумаги.

Известно, что минеральные наполнители не полностью удерживаются волокном. Степень удержания зависит от свойств наполнителя, условий приготовления бумажной массы и отлива бумаги [4,5]. Поэтому с целью решения поставленной задачи - нахождения оптимальных условий отлива - изучались такие вопросы, как влияние pH массы, порядок добавления коагулянта, количество флокулянта на степень удержания смолы.

Основными стадиями приготовления бумаги являются разлом волокнистого сырья, приготовление дисперсии смолы, наполнение бумажной массы, отлив и сушка бумаги.

Известно, что в производственных условиях декоративный бумажно-слоистый пластик получают на основе бумаг, градус помола целлюлозы в которых составляет 18-20°ШР. Это делается с целью облегчения и ускорения процесса пропитки таких бумаг растворами смол. Поскольку опытные бумаги наполняются смолами уже в ходе их получения и в дальнейшем не будут подвергаться процессу пропитки, то целесообразно увеличить градус помола целлюлозы, что положительно скажется [4] на прочности и волокнистого наполнителя, и пластика. Поэтому в работе при получении бумажной массы светогорская целлюлоза марки НС-2 размалывалась до 50°ШР.

Вторым основным компонентом слоистого пластика, помимо целлюлозы, является фенолоформальдегидная смола. В данной работе была использована смола пульвербакелит марки ПБ-2В (ТУ 6-05-1396-70), представляющая собой смолу новолачного типа с заваляцованным уротропином, что снижает вымывание водорастворимого



отвердителя при отливе бумаг из водных суспензий. Суспензия смолы в воде (2%) готовилась отдельно от суспензии целлюлозы. С целью получения материала, содержащего 40-50% смолы, в бумажную массу вводили 80-100% этого компонента от массы целлюлозы.

Важным вопросом в производстве бумаг является вопрос о pH массы при отливе. Авторами работ [6,7] показано, что влияние соединений алюминия на свойства бумаги не ограничивается их коагулирующим действием на частицы клея и наполнителя: в зависимости от pH среды и вида аниона соли алюминия могут усиливать или уменьшать прочность бумажного листа. Это объясняется тем, что OH- группы целлюлозы вовлекаются в координационную сферу полиядерного алюминиевого комплекса, образуя трехмерные структуры типа "целлюлоза-гидроксид алюминия-целлюлоза". При этом было показано, что первичные OH-группы целлюлозы обладают примерно вдвое большей активностью по отношению к гидроксиду алюминия по сравнению со вторичными группами. При введении соли алюминия в бумажную массу она образует гексагидроксоаквокомплексы различного состава. При взаимодействии этого комплекса с компонентами бумажной массы меняется электрокинетический потенциал не только целлюлозных волокон, но и тех добавок, которые вводятся в массу, в частности, по-видимому, и фенолоформальдегидной смолы, поскольку в ней также имеются гидроксильные группы с различной реакционной способностью и сродством к солям алюминия. Прежде всего, это OH-группа фенола, а также первичные OH-группы, входящие в состав оксиметильных групп.

На рис.1 представлено влияние pH массы при отливе на степень удержания смолы (С). Анализ данных показывает, что степень удержания ФФС волокном в отсутствие солей алюминия составляет 28%, и введение флокулянта увеличивает эту цифру незначительно, лишь до 34%. Введение ионов алюминия (в виде сульфата алюминия) способствует увеличению удержания смолы, однако, не при всех значениях pH. Так, при обычных pH отлива (порядка 4,5) степень удержания смолы составляет 36-40%. В целом проведенные исследования показали, что изменение pH отлива в пределах от 3,8 до 8,0 не обеспечивает достаточно высокую степень удержания и не дает стабильных воспроизводимых результатов. Только в случае прибавления щелочи или алюмината натрия и изменения pH в тех же пределах, но при постоянном начальном расходе сернокислого

алюминия, обеспечивающем создание начального  $\text{pH} = 4,0$ , удержание смолы в бумаге повышается и достигает максимума при  $\text{pH} = 5,2-5,4$ . В дальнейшем при повышении  $\text{pH}$  удержание смолы снижается, что может объясняться характером взаимодействия компонентов массы с алюминиевым комплексом в растворе.

С целью увеличения степени удержания смолы волокном при отливе бумаги был использован полиакриламид (ПАА) отечественного производства. Изучалось влияние количества ПАА от массы смолы на ее удержание при отливе бумаги массой  $150 \text{ г/м}^2$  (по целлюлозе). Анализ полученных результатов показал, что расход флокулянта зависит от размеров частиц смолы, от  $\text{pH}$  массы и количества вводимого наполнителя. Полиакриламид вводили перед самым отливом в виде  $0,2\%$  раствора.

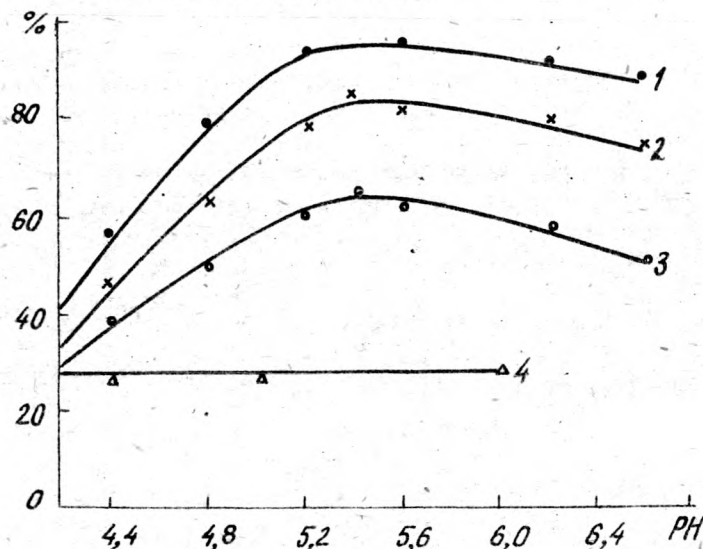


Рис. 1. Влияние  $\text{pH}$  массы при отливе бумаги на степень удержания (СУ) фенолоформальдегидной смолы:

- 1) бумага массой  $150 \text{ г/м}^2$ ;  $0,4\%$  ПАА;
- 2) бумага массой  $75 \text{ г/м}^2$ ;  $0,4\%$  ПАА;
- 3) бумага массой  $75 \text{ г/м}^2$ ;  $0\%$  ПАА;
- 4) бумага массой  $150 \text{ г/м}^2$ ;  $0\%$   $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ;  $0\%$  ПАА.

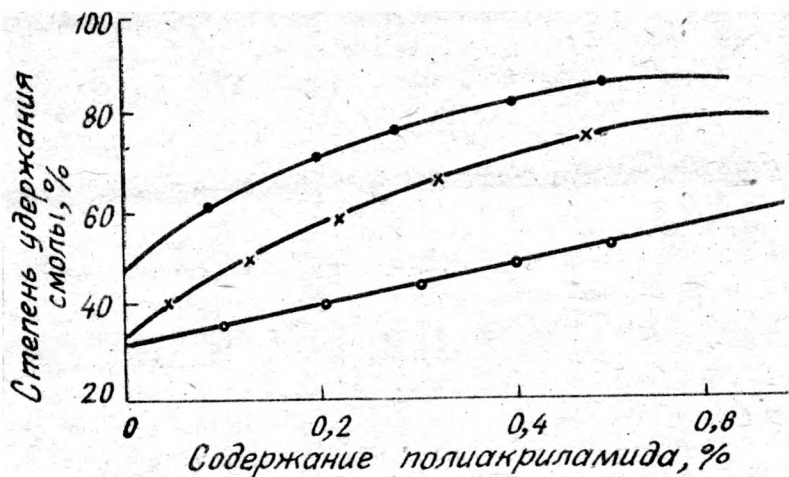


Рис.2. Влияние количества полиакриламида на степень удержания (СУ) смолы при отливе бумаги массой:  
 1) 150 г/м<sup>2</sup> ; pH=4,8;  
 2) 75 г/м<sup>2</sup> ; pH=4,8;  
 3) 75 г/м<sup>2</sup> ; pH=4,6.

На рис.2 представлена зависимость степени удержания смолы от количества введенного ПАА при различном pH отлива.

При исходном соотношении смолы: целлюлоза=80:100, размере частиц смолы 5-20 мкм, оптимальном pH отлива=5,2-5,4 расход ПАА составляет 0,4% от массы смолы.

Это количество флокулянта обеспечивает высокие степени удержания (90-95%) в указанных условиях отлива.

В результате проведенных исследований были уточнены технологические параметры процесса и осуществлена опытная выработка бумаги, наполненной порошкообразной ФФС, на опытной бумагоделательной машине ЦНИИБа. При выработке были отобраны пробы оборотной воды и определены концентрации взвешенных веществ, составившие при использовании обычной технологии 0,407 г/л и при использовании разработанной технологии 0,051 г/л.

Таким образом, разработанная технология обеспечивает не только высокое удержание смолы в бумаге, но и в значительной степени снижает загрязнение сточных вод.

Анализ полученной бумаги показал, что опытная бумага имеет пониженные физико-механические характеристики не только по сравнению с пропитанной (бакелизированной) бумагой, но и с бумагой-основой. Это закономерный результат того, что в ее состав входит в большом количестве (40%) порошкообразная смола, играющая роль инертного наполнителя, снижающего прочностные свойства, в то время, как в бакелизированной бумаге на поверхности находится сплошная пленка связующего, упрочняющая материал. Однако как бакелизованная, так и опытная бумага являются промежуточным продуктом, свойства которого не прямо определяют свойства готового пластика. В большой степени они будут определяться равномерностью распределения смолы в бумаге, а следовательно, и равномерностью пропитки при прессовании.

**Физико-механические показатели  
опытных и контрольных образцов ДБСП**

Наименование показателей	Опытные образцы		Контрольные образцы	
	с кроющей бумагой	без кроющей бумаги	с кроющей бумагой	без кроющей бумаги
Толщина, мм	1,74	1,6	1,81	1,43
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	200,4	162,8	134,3	161,6
Ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>	12,2	9,75	6,68	4,93
Водопоглощение, %	5,06	5,11	4,6	2,2
2-х часовое кипячение -привес, %	5,06	13,6	4,45	3,33
-изменение толщины, %	3,85	11,1	5,66	2,79
Степень отверждения, %	-	84	-	97

Опытная бумага, наполненная ФФС, была переработана на Ленинградском заводе слоистых пластиков. Прессование как опытных, так и контрольных образцов ДЕСП производили по обычному режиму (температура 135-140°C, давление 9-10 МПа) с кроющей декоративной бумагой, пропитанной карбамидной смолой и без нее. В таблице представлены характеристики полученных образцов.

Анализ результатов показывает, что по механическим показателям слоистый пластик на основе опытной бумаги не уступает контрольным образцам и соответствует требованиям ГОСТ. Малую степень отверждения смолы в опытных образцах и как следствие этого - их недостаточную водостойкость можно объяснить частичным вымыванием уротропина при отливе бумаги из водных суспензий. Это предположение подтвердилось при анализе сточных вод. Устранение этого недостатка позволит, по-видимому, улучшить свойства слоистого пластика и довести их до уровня серийно выпускаемого материала.

## Выводы

1. Изучена возможность получения бумаги, наполненной порошкообразной фенолоформальдегидной смолой в процессе отлива, для производства слоистых пластиков.
2. Разработанная технология обеспечивает высокие степени удержания смолы и снижает содержание твердой фазы в оборотной воде.
3. Получена опытная партия бумаги, переработанная в слоистый пластик с удовлетворительными результатами.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Плоткин Л.Г., Малун Г.Б. Декоративные бумажно-слоистые пластики. М., "Лесная промышленность", 1968.
2. Барг Ф.И., Садикова А.К. Рольно-суспензионный метод производства пластмасс и новые типы материалов. - В кн.: Труды ЛТИ, вып. II. Л., изд. ЛТИ, 1941

3. Барг Э.И. Технология синтетических пластических масс. Л., Госхимиздат, 1954.

4. Иванов С.Н. Технология бумаги. М., "Лесная промышленность", 1970.

5. Фляте Д.М. Свойства бумаги. М., "Лесная промышленность", 1976.

6. Чижов Г.И., Бодрова В.М. Влияние повышенных расходов соединений алюминия на механическую прочность бумаги и хлопковой целлюлозы. - В сб.: Химия и технология бумаги. Л., изд.ЛТИ ЦБП, 1974.

7. Чижов Г.И., Бодрова В.М. Исследование механизма взаимодействия соединений алюминия с целлюлозными волокнами. - В сб.: Химия и технология бумаги. Л., изд.ЛТИ ЦБП, 1974.

УДК 674.8-41.01

Р.А. Бояркина  
(Свердловский институт  
народного хозяйства)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОПЕРЕМЕННОГО КАПЕЛЬНО-ЖИДКОГО УВЛАЖНЕНИЯ И ВЫСУШИВАНИЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Периодическое кратковременное воздействие на образцы капельно-жидкого увлажнения используется для имитации поведения плитных материалов при их службе в условиях периодического смачивания и является весьма жестким [1]. Исследованию подвергались четыре типа плит. Материалы подбирались по принципу одного и того же назначения при возможно более близких структурных показателях. В дальнейшем эти материалы для простоты изложения закодированы под условными названиями: ЛУДП. ЛУДП, полученные в Шамарском леспрохове -А, ЛУДП, полученные на Херсонском ЦБК -В. Выбор этих материалов можно объяснить тем, что в настоящее время известно большое количество разных видов плитных ЛУДП, различающихся по породному составу сырья, а это обстоятельство неизбежно порождает и довольно существенное различие в некоторых параметрах (влажности сырья, температуры и продолжительности горячего прессования, давления) получения каждого из этих материалов.

Наряду с перечисленными выше ЛУДП, материалом для исследований явились плиты из сплавной еловой коры, спрессованные в лабораторных условиях Свердловского ЦДР - под кодом Д. Для сравнения были использованы также древесностружечные плиты Алапаевского ДЖК, под кодом С.

Исследование влияния попеременного капельно-жидкого увлажнения и высушивания на свойства плитных материалов проводили по методике, разработанной в УЛТИ [1]. Периодичес-

кое кратковременное воздействие на образцы капельно-жидкого увлажнения производили путем многократного погружения в воду на 30 мин при температуре воды  $10 \pm 2^\circ\text{C}$  с последующим подсушиванием в течение 25,5 ч при температуре  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  с обдувом в шкафу. Размеры образцов по толщине, ширине, а также вес фиксировали до и после определенного числа циклов испытания. После каждого числа циклов образцы подвергали кондиционированию при относительной влажности воздуха  $65 \pm 2\%$  и температуре  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  до равновесной влажности, а затем определяли показатели физико-механических свойств. Исследуемые материалы выдерживали при заданном режиме в течение 25, 50, 75 и 100 суток, обозначенных соответственно  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ .

Сравнение показателей физико-механических свойств осуществлялось на образцах, как покрытых эмалевой краской НЦ-25, так и без покрытия. Эксперименты проводили с использованием математического метода планирования экспериментов – латинского квадрата первого порядка размером  $4 \times 4$  [2].

Параметрами оптимизации являлись предел прочности при статическом изгибе ( $\sigma_u$ ) и разбухание образцов по толщине ( $\Delta h$ ) и ширине ( $\Delta b$ ). План и результаты экспериментов по определению параметров оптимизации образцов без покрытия представлены в табл. 1.

В табл. 2 показан суммарный дисперсионный анализ, в котором подтверждается гипотеза о значимости всех существующих эффектов взаимодействия. Сравнение различий средних значений по прочности приведено в табл. 3. Сравнения различий средних значений при разбухании по толщине являются везде значимыми, а при разбухании по ширине – везде незначимыми, поэтому в данной статье не показаны.

Результаты исследований, проведенных для плитных материалов без покрытия и покрытых эмалевой краской, отражены в табл. 4 и 5.

Проведенные исследования позволяют утверждать, что в столь жестких условиях происходит значительное снижение всех показателей физико-механических свойств опробованных плит.



Таблица 1

План и результаты эксперимента

Материалы	А	В	С	Д
$\gamma$	6,70	4,10	9,70	0
	20,60	13,80	22,50	0
	1,60	1,50	1,51	0
$\delta$	6,70	4,10	9,70	0
	21,20	14,60	23,00	0
	1,61	1,50	1,51	0
$\beta$	7,10	5,10	10,50	5,00
	20,50	12,60	22,00	21,60
	1,20	0,92	0,98	1,84
$\alpha$	8,50	6,20	11,80	5,50
	7,70	7,20	18,60	16,50
	0,57	0,42	0,39	0,97

Примечание. 1<sup>я</sup> строка соответствует значению предела прочности при статическом изгибе (МПа) ;

2<sup>я</sup> строка – разбуханию по толщине образца (%);

3<sup>я</sup> строка – разбуханию по ширине образца (%).

Предел прочности при статическом изгибе у одних и тех же исследуемых материалов после многократного капельно-жидкого увлажнения и высушивания снижается, причем степень снижения резко различна у плит, не покрытых и покрытых лакокрасочными материалами. Показано, что у плитных материалов без защитного покрытия уже через 25 циклов испытаний прочность снизилась: типа А – на 56, типа В – на 65, типа С – на 47, типа Д – на 68%. У плит типов А, В, С стабилизация прочности наблюдается после 50 циклов, и к концу испытаний непокрытые плиты потеряли прочность: типа А – на 64, типа В – на 75, типа С – на 57%. Плиты типа Д не выдержали и 50 циклов, они разру-

жились после 59 циклов испытаний. У того же материала с лакокрасочным покрытием прочность после 100 циклов испытаний снизилась соответственно на 34,5; 33,3; 35,5 и 38,5%.

Можно полагать, что главной причиной ухудшения показателей физико-механических свойств исследуемых материалов являются напряжения усушки и разбухания, разрушающие связи между древесными частицами. По этой причине и происходит увеличение водопоглощения и разбухания по толщине и ширине опытных образцов по сравнению с контрольными, а также снижение плотности и твердости (табл.4,5).

Таблица 2

Дисперсионный анализ

источник исперсии	Число степе- ней свободы	Сумма квадратов	Средний квадрат	критерий Фишера
Ас Строка	3	216,6690 1205,2000 9,8679	72,2230 401,7000 3,2891	18,8080 <sup>ж</sup> 436,0000 <sup>ж</sup> 25,5007 <sup>ж</sup>
Вj Столбец	3	1488,1690 2482,2000 6,5215	496,0560 1160,7000 2,1071	129,1812 <sup>ж</sup> 1258,0000 <sup>ж</sup> 16,2084 <sup>ж</sup>
Остаток (ошибка)	6	71,9560 4285,3000 54,5920	11,9930 715,0500 5,7663	3,1251 774,0000 <sup>ж</sup> 44,5484 <sup>ж</sup>
Внутри ячейки	144	3,5400 132,9500 0,1920	0,0384 0,9230 0,0013	

Примечания. 1<sup>я</sup> строка относится к расчетным данным предела прочности при статическом изгибе;  
2<sup>я</sup> строка - к разбуханию по толщине;  
3<sup>я</sup> строка - к разбуханию по ширине;  
ж - значимые различия.

Таблица 3

Сравнение различий средних значений  
по прочности

	A <sub>r</sub>	A <sub>p</sub>	A <sub>д</sub>	B <sub>r</sub>	B <sub>p</sub>	B <sub>д</sub>	B <sub>д</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>p</sub>	C <sub>д</sub>	C <sub>д</sub>	D <sub>r</sub>	D <sub>p</sub>	D <sub>д</sub>	D <sub>д</sub>
A <sub>r</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
A <sub>p</sub>		-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
A <sub>д</sub>			-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
A <sub>д</sub>				+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-
B <sub>r</sub>				-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
B <sub>p</sub>				-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
B <sub>д</sub>				-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
B <sub>д</sub>				-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
C <sub>r</sub>								-	-	-	-	+	+	+	-
C <sub>p</sub>								-	-	-	-	+	+	+	+
C <sub>д</sub>								-	-	-	-	+	+	+	+
C <sub>д</sub>								-	-	-	-	+	+	+	+
D <sub>r</sub>												-	-	-	+
D <sub>p</sub>													-	-	+
D <sub>д</sub>														-	-

Таблица 4

Физико-механические свойства  
плитных материалов (без покрытия) при воздействии на них  
попеременного капельно-жидкого увлажнения и высушивания

Показатели	Вид матери- ала	Началь- ный конт- роль	Число циклов			
			25	50	75	100
Предел прочно- сти при стати- ческом изгибе, МПа	A	18,9	8,3	7,2	6,7	6,7
	B	17,0	6,2	5,1	4,1	4,2
	C	22,4	11,8	10,5	9,7	9,7
	D	17,0	5,5	3,0	-	-
Водопоглоще- ние, %	A	12,1	24,7	45,3	52,7	54,0
	B	9,9	19,0	40,7	42,9	44,3
	C	69,7	77,1	80,7	78,2	84,4
	D	13,4	30,7	57,0	-	-

Продолжение табл. 4

Показатели	Вид матери- ала	Началь- ный конт- роль	Число циклов			
			25	50	75	100
Разбухание по толщине, %	А	7,0	7,7	20,3	20,6	21,2
	В	7,0	7,2	12,6	13,8	14,6
	С	12,4	18,6	22,0	22,5	23,0
	Д	10,1	16,5	21,6	-	-
Разбухание по ширине, %	А	0,40	0,57	1,20	1,60	1,61
	В	0,37	0,42	0,92	1,30	1,29
	С	0,15	0,39	0,58	1,51	1,53
	Д	0,60	0,97	1,84	-	-
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	А	1100	1030	780	700	690
	В	1150	1000	950	800	900
	С	640	590	480	460	450
	Д	1150	1000	800	-	-
Влажность в момент испи- тания, %	А	6,0	5,8	6,1	6,8	6,3
	В	6,0	5,6	6,0	6,6	6,6
	С	7,6	12,4	12,5	13,8	15,1
	Д	6,0	7,3	6,4	-	-
Твердость по Роквеллу, МПа	А	110	76	45	35	35
	В	110	77	66	55	55
	С	25	20	18	12	12
	Д	100	72	35	-	-

Таблица 5

Физико-механические свойства  
плитных материалов, покрытых эмалевой краской, при воздействии  
на них попеременного капельно-жидкого увлажнения и высушивания

Показатели	Вид матери- ала	Началь- ный конт- роль	Число циклов			
			25	50	75	100
Предел прочно- сти при стати- ческом изгибе, МПа	А	17,5	15,5	13,3	11,9	11,5
	В	15,0	12,4	11,6	10,2	10,0
	С	19,5	17,3	15,0	13,5	13,0
	Д	17,0	15,0	12,3	10,9	10,5
Водопоглоще- ние, %	А	3,7	3,9	4,5	4,7	4,6
	В	3,1	3,3	3,7	4,1	4,0
	С	4,1	4,5	5,0	5,3	5,4
	Д	3,9	4,2	5,0	5,7	6,2
Разбухание по толщине, %	А	0,4	0,6	2,9	4,5	4,3
	В	0,3	0,6	2,6	3,4	3,3
	С	0,5	0,7	3,2	4,4	4,4
	Д	0,6	0,9	3,3	5,2	5,3
Разбухание по ширине, %	А	0,19	0,50	0,80	0,81	0,80
	В	0,19	0,46	0,78	0,80	0,80
	С	0,19	0,60	0,90	0,91	0,90
	Д	0,20	0,70	1,05	1,15	1,15
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	А	1100	1120	1050	1080	1080
	В	1100	1080	1030	1000	1000
	С	680	675	670	660	660
	Д	1250	1150	1100	1000	1000
Влажность в мо- мент испытания, %	А	7,5	7,8	8,1	8,0	8,2
	В	7,1	7,3	7,3	7,6	7,8
	С	8,2	8,0	7,8	7,5	7,5
	Д	8,0	7,8	7,6	7,1	7,1
Твердость по Роквеллу, МПа	А	110	100	90	80	80
	В	100	90	82	80	80
	С	27	25	23	20	20
	Д	100	90	80	70	70

Анализируя данные, полученные в ходе этого исследования, можно сделать следующие выводы.

1. Влияние циклического капельно-жидкого увлажнения и высушивания на все показатели физико-механических свойств объясняется разрушающим воздействием многократно чередующихся, приложенных в противоположных направлениях напряжений усушки и набухания.

2. Покрытие эмалевой краской НЦ-23 значительно улучшает показатели физико-механических свойств плитных материалов, подвергнутых многократному капельно-жидкому увлажнению и высушиванию. Это объясняется тем, что за время нахождения образцов в воде, через толщу краски успевает проникнуть влаги меньше, чем у незащищенных образцов, находившихся в тех же условиях.

3. Основываясь на том, что в столь жестких испытаниях как капельно-жидкое увлажнение и высушивание, ЛУДП и ДСтП, покрытые одними и теми же лакокрасочными материалами, ведут себя практически одинаково, можно с достаточной уверенностью прогнозировать возможность и целесообразность использования ЛУДП во всех тех областях, где применяются ДСтП, в частности, в производстве мебельных и строительных изделий. Нет сомнений в том, что по эксплуатационной надежности, даже в жестких условиях эксплуатации, изделия с использованием ЛУДП окажутся не менее стойкими по сравнению с аналогичными изделиями из ДСтП.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Берсенов А.П. Методы исследования ускоренного старения плит из древесных частиц. - В кн.: Труды УЛТИ, вып. 20. Свердловск, изд. УЛТИ, 1969.

2. Руководство по применению латинских планов при планировании эксперимента с качественными факторами. Челябинск, Южно-Уральское кн. изд-во, 1971.

УДК 654.865:0.812

А. И. Румянцев  
(Уральский лесотехнический  
институт)

# О МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ И ТВЕРДОСТИ ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ

Настоящая работа является обобщением экспериментальных данных, полученных при исследовании механических свойств древесных пластиков в проблемной лаборатории Уральского лесотехнического института. методика проведения механических испытаний изложена в работе [1].

Пусть исследуемое тело при медленном растяжении или сжатии из естественного состояния вначале имеет чисто упругую деформацию  $\epsilon$ , пока напряжение  $\sigma$ , растягивающее или сжимающее тело, не достигнет некоторого характерного для данного материала значения — пластической постоянной. Затем деформация становится пластической и изменяется по линейному закону

$$\epsilon = \frac{\sigma_s}{E} + \frac{1}{h}(\sigma - \sigma_s)$$

или

$$\sigma = a + h\epsilon, \quad a = \frac{E-h}{h}\sigma_s$$

где  $E$  — модуль упругости и  $h$  — коэффициент упрочнения материала. Пусть напряжение  $\sigma$  при растяжении материала достигнет некоторого значения

$$\sigma_1 > \sigma_s$$

Предположим также, что  $\sigma_1 < 2\sigma_s$  и затем монотонно убывает. При этом деформация будет уменьшаться по закону

$$\epsilon_1 - \epsilon = \frac{1}{E} (\sigma_1 - \sigma)$$

где  $\epsilon_1$  — то значение деформации, которое было достигнуто при напряжении  $\sigma_1$ . При полной разгрузке, т.е. при  $\sigma = 0$ , будет иметь место остаточная деформация  $\epsilon_0$ . Для величины ее нетрудно получить формулу

$$\epsilon_0 = \frac{E - h}{Eh} (\sigma_1 - \sigma_s)$$

Если имеет место дальнейшее изменение напряжения в сторону отрицательных значений, то будем считать, что деформация уменьшается по тому же закону, пока напряжение не достигнет значения

$$(2\sigma_s - \sigma_1)$$

При последующем медленном монотонном уменьшении напряжения примем, что деформация изменяется по закону

$$\epsilon = -\frac{\sigma_1}{E} + \frac{1}{h} (\sigma - \sigma_s) \quad \text{или} \quad \sigma = -a + h\epsilon$$

где опять  $a = \frac{E - h}{E} \sigma_s$ , т.е. вновь становится пластической. Наконец, если после достижения некоторого значения  $\sigma_2$  напряжение вновь начнет увеличиваться, то деформация будет увеличиваться по закону

$$\epsilon - \epsilon_2 = \frac{1}{E} (\sigma - \sigma_2)$$

где  $\sigma_2 = -a + h\epsilon_2$ , пока разность  $\sigma_1 - \sigma_2$  не превысит значений  $2\sigma_s$ , после чего изменение будет происходить опять по закону пластических деформаций при наличии линейного упрочнения  $\sigma = a + h\epsilon$ .

Прямые  $\sigma = \pm a + h\epsilon$  ограничивают область совместных для таких значений напряжений  $\sigma$  и деформации  $\epsilon$ , имеющих место при весьма медленном деформировании. Если точка, изображающая совместное значение величин  $\sigma$  и  $\epsilon$  находится внутри этой области, то изменение напряжения  $d\sigma$  и соответствующее изменение деформации  $d\epsilon$  связаны равенством  $d\sigma = E d\epsilon$ .



Если же точка находится на верхней прямой  $\sigma = \alpha + h\epsilon$ , то имеет место  $d\sigma = h d\epsilon$ . При  $d\epsilon > 0$ ;  $d\sigma = E d\epsilon$ . При  $d\epsilon < 0$  наконец, для точек нижней границы  $\sigma = -\alpha + h\epsilon$ ,

$$d\sigma = E d\epsilon \text{ при } d\epsilon > 0,$$

$$d\sigma = h d\epsilon \text{ при } d\epsilon < 0.$$

Приведенные выше соотношения включают в себя свойства повышения предела упругости при повторном растяжении (наклеп) и свойства понижения предела упругости при сжатии, если имело место предварительное растяжение за пределы упругих деформаций (эффект Баушингера). При сравнительно больших скоростях деформирования тела, примем, что соотношение

$$d\sigma = E' d\epsilon \quad \text{или} \quad d\sigma = E' \epsilon + const$$

сохраняется для совместных значений величин  $\sigma$  и  $\epsilon$ , соответствующих внутренним точкам области, ограниченной прямыми  $\sigma = \pm \alpha + h\epsilon$ .

Примем соотношение  $d\sigma = E d\epsilon$  также справедливым для точек верхней границы  $\sigma = \alpha + h\epsilon$  при условии  $d\sigma < 0$  и для точек нижней границы  $\sigma = -\alpha + h\epsilon$  при  $d\sigma > 0$ . В упомянутых случаях скорости изменения напряжения и деформации  $\sigma$  и  $\epsilon$  не играют роли при деформировании тела и деформация имеет чисто упругий характер. Напротив, при нарастании пластических деформаций того или иного знака примем справедливое соотношение

$$\sigma + 2\sigma = v\epsilon + v n \epsilon + c,$$

где  $2, v, n$  и  $c$  —характерные для данного тела константы. Так как это соотношение должно остаться справедливым и для весьма медленно растущих пластических деформаций, то сравнивая его с соотношениями  $\sigma = \pm \alpha + h\epsilon$ , получим, что  $h = \frac{v n}{2}$ ,  $c = \pm 2\alpha$ .

При весьма быстром деформировании имеем

$$\sigma \approx v\epsilon \quad \text{или} \quad \sigma \approx v\epsilon + const$$

т.е. тело ведет себя вновь как вполне упругое. Примем константу равной модуль упругости тела  $E$ . Так как

$$\alpha = \frac{E - h}{E} \sigma_s, \quad E = v, \quad h = \frac{v n}{2},$$

то  $c = \pm 2\alpha = \pm (2 - n) \sigma_s$

При этом знак плюс относится к точкам  $(\varepsilon, \sigma)$ , расположенным выше прямой  $\sigma = h\varepsilon + a$ , и минус – к точкам, расположенным ниже прямой  $\sigma = h\varepsilon - a$ . В первом случае, если удерживать деформацию тела постоянной, происходит убывание напряжения, причем, точка, изображающая совместное значение напряжения  $\sigma$  и деформации  $\varepsilon$ , движется вниз к граничной прямой  $\sigma = h\varepsilon + a$ .

Во втором случае, соответствующая точка движется вверх. Явление изменения напряжения тела при неизменной деформации называют релаксацией. Пусть в начальный момент времени  $t = 0$  напряжение тела имело значение  $\sigma_0$ , а деформация – значение  $\varepsilon_0$ , причем имело место  $\sigma_0 > h\varepsilon_0 + a$ .

Тогда при условии постоянства деформации тела, получим  $\dot{\sigma} + 2\sigma = e^{-2t} \frac{d}{dt}(e^{2t}\sigma) = b n \varepsilon_0 + 2a$ ,

откуда  $\sigma = (\sigma_0 - h\varepsilon_0 - a)e^{-2t} + h\varepsilon_0 + a \quad (n = \frac{b n}{2})$

и, следовательно, напряжение убывает, стремясь к значению  $h\varepsilon_0 + a$ . Изменение напряжения происходит тем интенсивнее, чем больше значение константы  $2$ , которую можно назвать коэффициентом релаксации. Если же, наоборот, поддерживать постоянным напряжение тел, то в первом случае точка  $(\varepsilon, \sigma)$  движется вправо, и деформация увеличивается, а во втором случае – влево. Явление изменения деформации при неизменном напряжении именуется последствием. Пусть напряжение тела  $\sigma = \sigma_0$  постоянно, а деформация  $\varepsilon$  в начальный период приняла некоторое значение  $\varepsilon_0$ , удовлетворяющее условию

$$\sigma_0 > h\varepsilon_0 + a$$

Согласно основному соотношению для этого случая имеем  $2\sigma_0 = b\varepsilon + b n \varepsilon + 2a = b e^{-nt} \frac{d}{dt}(e^{nt}\varepsilon) + 2a$ ,

откуда  $\varepsilon = \frac{2(\sigma_0 - a)}{b n} - \left[ \frac{2(\sigma_0 - a)}{b n} - \varepsilon_0 \right] e^{-nt} = \frac{\sigma_0 - a}{h} - \frac{\sigma_0 - h\varepsilon_0 - a}{h} e^{-nt}$ .

Следовательно, деформация возрастает, стремясь к значению

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_0 - a}{h}$$

Очевидно, точка  $(\varepsilon, \sigma)$  лежит на верхней граничной прямой.

Изменение деформации происходит тем интенсивнее, чем больше значение константы  $n$ , которую можно назвать коэффициентом последдействия.

Так как  $2\alpha = (2-n)\beta_s$ , ибо  $2 > 0$  и  $\alpha = \frac{E-h}{E} \beta_s > 0$ , то  $2 > n$ , т.е. релаксация происходит интенсивнее последдействия. При  $\beta_s = 0$ , т.е. при отсутствии у материала области чисто упругих деформаций, доказательство обстоятельства  $2 > n$  требует более тонких рассуждений [2]. Пусть напряжение меняется по заданному закону  $\sigma = \sigma(t)$ . Если в начальный момент времени деформация  $\epsilon$  и напряжение  $\sigma$  были таковы, что изображающая точка  $(\epsilon, \sigma)$  находилась внутри области чисто упругих деформаций, то будем иметь соотношение  $\sigma - \sigma_0 = \beta(\epsilon - \epsilon_0)$  или  $\epsilon = \epsilon_0 + \frac{\sigma - \sigma_0}{\beta}$ , где  $\sigma_0$  и  $\epsilon_0$  - значения величин  $\sigma$  и  $\epsilon$  в начальный момент времени. Это соотношение будет справедливо до тех пор, пока точка  $(\epsilon, \sigma)$  не покинет области чисто упругих деформаций. Если же в начальный момент времени точка  $(\epsilon, \sigma)$  находится в области пластических деформаций, например, выше граничной прямой  $\sigma = h\epsilon + \alpha$ , то образуя основное соотношение, имеем

$$e^{-2t} \frac{d}{dt} (e^{2t} \sigma) = e^{-nt} \frac{d}{dt} (\beta \epsilon e^{nt}) + 2\alpha,$$

откуда

$$\beta(e^{nt}\epsilon - \epsilon_0) = -\frac{2\alpha}{n}(1 - e^{nt}) + \int_0^t e^{-(2-n)\tau} \frac{d}{d\tau} (\sigma e^{2\tau}) d\tau,$$

что можно привести к виду

$$\beta \epsilon(t) = \sigma(t) + \int_0^t (2-n)e^{-n(t-\tau)} \sigma(\tau) d\tau - \frac{2\alpha}{n} + (\beta \epsilon_0 - \sigma_0 + \frac{2\alpha}{n})e^{-nt}.$$

Последнее соотношение имеет характер формулы теории последдействия Больцмана, осложненной дополнительными членами в правой части равенства. Оно справедливо, пока точка  $(\epsilon, \sigma)$  находится выше граничной прямой  $\sigma = h\epsilon + \alpha$ .

При обратной задаче, когда задан закон изменения деформации  $\epsilon = \epsilon(t)$  и требуется найти закон изменения напряжения, можно, поступая совершенно аналогично предыдущему, прийти к формуле

$$\begin{aligned} \sigma(t) &= \beta \epsilon(t) - \int_0^t (2-n)e^{-2(t-\tau)} \beta \epsilon(\tau) d\tau - \\ &- \frac{2\alpha}{n} + (\sigma_0 - \beta \epsilon_0 - \frac{2\alpha}{n})e^{-2t}. \end{aligned}$$

Функции  $(2-n)e^{-n(t-\tau)}$  и  $(2-n)e^{-2(b-\tau)}$  могут быть названы соответственно функциями последствия и релаксации. С точки зрения теории интегральных уравнений Вольтерра, одна из них является резольвентой другой. Количественную сторону наследственных явлений, в частности, явлений последствия и релаксации, такие функции описывают недостаточно точно. Можно показать [3], что ядра Вольтерра достаточно общего типа могут быть получены линейной комбинацией ядер типа показательной функции. Основное соотношение

$$\sigma + 2\epsilon = b\dot{\epsilon} + bn\epsilon + b_s(2-n)$$

можно вместе с тем рассматривать как простейшее из соотношений типа  $f(\sigma, \epsilon, \dot{\epsilon}, t) = 0$  справедливых для некоторых тел, скорости деформирования которых оказывают влияние на напряжение. Пусть константа  $b_s$  (пластическая постоянная) равна нулю. В этом случае наследственные явления будут иметь место при любых комбинациях значений напряжения и деформации тела, и соотношение, связывающее их, примет вид

$$\sigma + 2\epsilon = b\dot{\epsilon} + bn\epsilon.$$

Мы назовем это соотношение законом линейной наследственности. Если принять, что в момент  $t_0$  состояние тела было естественным, т.е. имело место  $\sigma = 0$ ,  $\epsilon = 0$ , то из основного соотношения получим формулы

$$\sigma(t) = b\dot{\epsilon}(t) - \int_{t_0}^t (2-n)e^{-2(t-\tau)} b\dot{\epsilon}(\tau) d\tau$$

$$b\dot{\epsilon}(t) = \sigma(t) + \int_{t_0}^t (2-n)e^{-n(t-\tau)} \sigma(\tau) d\tau.$$

В частности, можно принять, что при  $t_0 = -\infty$  написанные формулы являются частным случаем формул

$$\sigma(t) = b\dot{\epsilon}(t) - \int_{t_0}^t K(t-\tau) b\dot{\epsilon}(\tau) d\tau; \quad b\dot{\epsilon}(t) = \int_{t_0}^t \Gamma(t-\tau) \sigma(\tau) d\tau,$$

выражающих закон Больцмана-Вольтерра для тел, обладающих свойством наследственности при параллельном соединении бесконечного числа волокон, деформирование которых подчиняется закону линейной наследственности, можно образовать тело, подчиняющееся закону деформирования Больцмана-Вольтерра. Для этого следует, сообразуясь соответствующим образом с видом функции наследственности  $K(t-\tau)$  или ее резольвенты  $\Gamma(t-\tau)$ , подобрать статистическое распределение констант закона деформирования отдельных волокон. Изучение продольных

колебаний и волн в теле, подчиняющемся закону линейной наследственности, приводит к рассмотрению уравнения

$$\rho \frac{\partial^3 u}{\partial t^3} + \rho_2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = b \frac{\partial^3 u}{\partial x^3 \partial t} + b n \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

Колебания высоких тонов довольно быстро затухают и происходит освобождение основного тона колебаний. Некоторые из собственных форм колебаний могут иметь мнимые частоты. Соответствующее им движение имеет апериодический характер. Волновые движения обладают свойством дисперсии, т.е. скорость распространения волн зависит от их частоты. Предельными случаями линейной наследственности являются тела, деформирование которых подчиняется законам

$$\sigma = \epsilon + 2\sigma; \quad \sigma = h\epsilon + \mu\dot{\epsilon}.$$

Первый из этих законов был предложен Максвеллом. Тело, подчиняющееся закону Максвелла, обладает свойством релаксации, но лишено последействия. Второй закон был использован для описания явления последействия Томпсоном. Из закона линейного последействия закона Томпсона получаются посредством предельного перехода при условии  $2 \rightarrow \infty$   $b \rightarrow \infty$ , причем  $\frac{2}{b} = \mu$ , где  $\mu$  — ограниченная величина, имеющая размерность коэффициента вязкости. Явление релаксации не имеет места в телах, подчиняющихся этому закону, ибо при  $\epsilon = \text{const}$  немедленно получаем  $\sigma = h\epsilon = \text{const}$ .

Закон деформирования типа вязкой жидкости  $\sigma = \mu\dot{\epsilon}$  можно также рассматривать как предельный случай закона линейной наследственности. Пусть константа  $b_s$  отлична от нуля, и так же как в предыдущем случае, константы  $2$  и  $b$  закона деформирования нашего тела  $\sigma + 2\sigma = b\dot{\epsilon} + b n \epsilon + (2 - n)b_s$  стремятся к бесконечности, а отношение их — к постоянной. В пределе получим соотношение  $\sigma = \pm b_s + \mu\dot{\epsilon} + h\epsilon$  ( $h = \mu n$ ), определяющее закон деформирования так называемого вязко-пластического тела с упрочнением. Это тело не имеет чисто упругих деформаций и лишено свойства релаксации. В области, ограниченной прямыми  $\sigma = \pm b_s + h\epsilon$  при заданном постоянном значении деформации, значение напряжения не является

определенным и может заключаться в пределах

$$\sigma_s + h\epsilon < \sigma < -\sigma_s + h\epsilon.$$

мы получим более общий закон деформирования тел, чем в работах [5,6,7]. В этих работах рассматривалась круглая плита, и законы деформирования были упрощенными, т.е. рассматривался частный случай данной задачи, именно частный случай закона Больцмана-Вольтерра. Таким образом, настоящая работа теоретически обосновывает и доказывает правомерность методики ускоренных механических испытаний материалов, изложенной в работах [5,6,7]. Интересно отметить, что закон Больцмана-Вольтерра предполагает параллельное соединение бесконечного числа волокон в модели тела, а в работах [5,6,7] соответственно трех и двух элементов в модели тела. Все изложенное позволяет рассмотреть механические свойства древесного пластика, изготовленного из лесосечных отходов ольхи в проблемной лаборатории УЛТИ, применяя методику, предложенную в работах [5,6,7] (как и в этих работах, плита круглая,  $\sigma_s$  -пластическая постоянная).

Твердость исследуемого пластика устойчивыми корреляционными зависимостями связана с механическими и технологическими характеристиками материала. В то же время твердость (по Бринеллю) дает более низкий коэффициент корреляции (около 0,5) и неустойчивые числа твердости, что согласуется с работой [1]. В частности, твердость по Бринеллю оказалась равной  $H_B = 127$  МПа. Твердость по Б.Ф.Розенгаузу  $H_R = 114$  МПа. Предел прочности при сжатии перпендикулярно плоскости плиты  $\sigma = 121,6$  МПа. Коэффициент корреляции равен 0,96. Корреляционное уравнение имеет вид  $\sigma = 0,9 H_R + 154$ . Абсолютная ошибка уравнения  $\pm 22$  или 1,8%. Предел прочности при сжатии параллельно плоскости плиты равен  $\sigma = 19,1$  МПа. Коэффициент корреляции равен 0,78. Корреляционное уравнение имеет вид  $\sigma = 0,2 H_R - 46$ . Абсолютная ошибка уравнения  $\pm 8,2$  или 4,8%. Предел прочности при растяжении параллельно плоскости плиты равен  $\sigma = 13,2$  МПа. Коэффициент корреляции равен 0,76. Корреляционное уравнение имеет вид  $\sigma = 0,1 H_R + 14$ . Абсолютная ошибка уравнения равна  $\pm 5,8$  или 4,4%.

Предел прочности при изгибе перпендикулярно плоскости плиты равен  $\sigma = 23,2$  МПа. Коэффициент корреляции равен 0,79. Корреляционное уравнение имеет вид  $\sigma = 0,09H_k + 128,8$ . Абсолютная ошибка уравнения равна  $\pm 9,7$  или 4,2% [1].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кулиничев А.Ф. Обоснование и разработка методов определения механических свойств лигноуглеводных древесных пластиков. Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Челябинск, 1967. (Челябинский политехнический институт).
2. Ишлинский А.Ю. Линейные законы деформирования не вполне упругих тел. ДАН СССР, 1940, № 1.
3. Ишлинский А.Ю. Некоторые применения статистики к описанию законов деформирования тел. Известия ОТН АН СССР, 1944, № 9.
4. Ишлинский А.Ю. Уравнения деформирования не вполне упругих и вязко-пластических тел. Известия ОТН АН СССР, 1945, № 1,2.
5. Плитные материалы и изделия из древесины и других одревесневших растительных остатков без добавления связующих. Под ред. проф. Петри В.Н. М., "Лесная промышленность", 1976.
6. Румянцев А.И. Моделирование древесных пластиков как упруговязкопластических тел. - В кн.: Труды УЛТИ, вып. 23. Свердловск, изд. УЛТИ, 1972.
7. Румянцев А.И., Кулиничев А.Ф. О давлении плоского штампа на круглую вязкопластическую пластину из древесного пластика. - В сб.: Древесные плиты и пластики. Свердловск, изд. УЛТИ, 1975.

УДК 634.0.865 1:634.0443

В.А.Чернышева, М.Е.Мельникова  
(Уральский лесотехнический  
институт)

### ИЗУЧЕНИЕ БИОСТОЙКОСТИ ПЛИТ ИЗ РИСОВОЙ СОЛОМЫ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ

Значительным резервом для производства плитных материалов является рисовая солома, запасы которой из года в год увеличиваются.

В проблемной лаборатории УЛТИ выполнены равнообразные исследования по получению плитного материала из дробленой рисовой соломы без добавления связующих. Результаты лабораторных исследований о возможности и целесообразности получения этого материала были подтверждены на промышленном оборудовании.

Физико-механические свойства этих плит позволяют применять их в строительстве. Применение данного материала в строительстве требует изучения его стойкости против воздействия дереворазрушающих грибов.

Биостойкость плит исследовали по отношению к пленчатому домовому грибу. Культура пленчатого домового гриба выращивалась на сосновых опилках с добавлением 5% (по весу) овсяной муки. Исходная влажность питательной среды 300%. Опыты проводились в специально оборудованном боксе; температура в боксе поддерживалась на уровне  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , а относительная влажность воздуха  $80 \pm 5\%$ .

Установка образцов плит и контроля на культуры гриба производилась на стальных иголках с подкладками из заболонной сосновой древесины, так, чтобы между подкладкой и образцом был промежуток 1-2 мм. Размеры испытуемых образцов 15х15х10мм.



Продолжительность испытаний 40 суток. Биостойкость плит оценивалась по снижению веса (в процентах к абсолютно сухому весу), причем контролем служила заболонь сосны.

Плиты получались из рисовой соломы, раздробленной до таких размеров, чтобы не менее 70% частиц проходило через сито с диаметром отверстий 2 мм.

Исследованию биостойкости были подвергнуты плиты из рисовой соломы, полученные в лабораторных условиях и на крупноформатном оборудовании Тавдинского фанерного комбината. После прессования плиты кондиционировались в комнатных условиях в течение 45 суток, затем изготавливались образцы для определения физико-механических свойств и биостойкости.

Физико-механические свойства и биостойкость плит из рисовой соломы приведены в таблице.

Физико-механические свойства  
и биостойкость плит из рисовой соломы

Показатели	Контроль заболонь сосны	Плиты из рисовой соло-	
		мы лаборатор- ные	производст- венные
Давление прессования, МПа		9,0	9,0
Температура прессования, °C		170	160
Продолжительность прессования, мин/мм		1,2	2,0
Влажность исходного сырья, %		11-12	10-11
Плотность, кг/м³		1320	1360
Водопоглощение за 24 ч, %		25,1	32,7
Разбухание по толщине за 24 ч, %		27,5	25,8
Предел прочности при статическом изгибе, МПа		27,2	27,5
Снижение веса под воздействием гриба, %	25,44	6,30	6,19
Снижение веса в % от контроля		24,76	24,33

Из приведенных данных видно, что биостойкость плит из рисовой соломы, изготовленных в лабораторных условиях и на промышленном оборудовании, значительно выше (в 4 раза) биостойкости заболонной древесины сосны. Возможно, что при образовании плит в последней происходят существенные изменения, следствием которых является высокая стойкость против разрушающего воздействия пленчатого гриба.

УДК 674.81

Зельдин Ю.М.  
(Уральский лесотехнический  
институт)

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАЩИТНЫХ ОБМАЗОК НА ВОДОСТОЙКОСТЬ ПЛАСТИКОВ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ

ЛДП (лигноуглеводные древесные пластики), как показали многочисленные исследования [1], являются материалами, обладающими высокими физико-механическими свойствами. Доказано, что пластики могут с успехом использоваться в ряде отраслей народного хозяйства, в том числе в строительстве.

В настоящее время ощущается острая нехватка материалов, которые могли бы заменить дефицитную деловую древесину (особенно для устройства покрытий полов в жилых и общественных зданиях). Существующие полимерные материалы, используемые для этой цели, наряду с положительными свойствами, имеют ряд существенных недостатков: большую электризуемость поверхности, низкую твердость, необходимость устройства жестких оснований под полы, высокую теплопроводность, токсичность.

В связи с этим в большинстве случаев использование полимеров ограничивается помещениями с недлительным пребыванием людей.

ДСтП (древесностружечные плиты), являясь заменителями деловой древесины, нашли широкое применение в строительстве. В большом количестве укладывали ДСтП общего назначения в покрытия полов. Однако, через несколько месяцев эксплуатации в плитах обнаруживались трудно устранимые дефекты: выкрашивания, продавливания, коробления, раскрытие трещин в швах.

Поэтому ГОСТ 10632-70 предусматривает выпуск специально предназначенных для полов плит марки ПТП-3 с улучшенными, против плит общего назначения, характеристиками. Кроме того, разрешено укладывать их только по лагам с креплением плит гвоздями или шурупами, т.к. ни один из применяемых в строительстве клеев (или мастик) не удерживает короблений, вызванных внутренними напряжениями в ДСтП. Следует отметить, что плиты ПТП-3 до сих пор выпускаются в ограниченном количестве и еще не получили широкого распространения.

ДВП (древесноволокнистые плиты), также являясь заменителями деловой древесины, в покрытиях полов обнаруживают коробление стыков, повышенное раскрытие трещин в швах, требуют (при 4<sup>х</sup> мм толщине) наличия теплых оснований, качественной защиты поверхности от гигроскопической и капельно-жидкой влаги.

Разработанная в УЛТИ технология изготовления ЛУДП [2] позволяет выпускать крупноформатные плиты на отечественном оборудовании, предназначенном для прессования ДСтП. Пластики можно облицовывать шпоном в процессе горячего прессования, что улучшает внешний вид плит и ряд показателей их свойств [3].

За годами из ЛУДП велись регулярные наблюдения с составлением актов натурных обследований через определенные промежутки времени. Неоднократно из покрытий полов отбирались плиты ЛУДП для их последующих испытаний [4]. В результате многолетних исследований доказано, что пластики (при соблюдении необходимых требований эксплуатации) являются полноценным материалом, способным заменить деловую древесину в конструкциях полов. Между тем, и у них имеется слабое место - необходимость тщательно защищать поверхности от проникновения влаги. Для устройства полов мы использовали плиты площадью не более 3 м<sup>2</sup> (Протяженность стыков зависит от площади ЛУДП и может быть сведена до минимума, если удастся изготавливать плиты размером на комнату).

ЛУДП, как и древесина являются гигроскопичным материалом. Разработаны режимы лаконолиза в промышленных условиях, что обеспечивает увеличение длительности эксплуатации пластиков [5]. Однако в процессе эксплуатации капельно-

жидкая и гигроскопическая влага может интенсивно проникать в тело пластиков и через их торцы. Об этом говорит тот факт, что в некоторых случаях визуально наблюдалось повышенное разбухание плит в стыках и отслаивание шпона в кройках плит (при исследованиях на образцах).

С целью ликвидации этого нежелательного явления использовались различные защитные мероприятия: перед укладкой в покрытия пола торцы плит обрабатывались олифой, краской; непосредственно в период эксплуатации зазоры между плитами заполнялись церезином (полы на ВДНХ СССР). Однако, эти методы оказывались ненадежными.

Было решено, наряду с указанными, исследовать защитные свойства также ряда других материалов при нанесении их на торцевые поверхности ЛУДП. Обращалось внимание на то, чтобы они были, во-первых, недефицитными; во-вторых, технологичными при подготовке и нанесении и, наконец, имели адгезию к пластикам. Последнее устанавливали предварительными опытами.

В качестве материалов для обработки пластиков применялись: олифа, эпоксидная смола, церезин, ЛБС-1 (лак), СБС-1 (смола), эпоксидная смола в смеси с кузбасс-лаком (в соотношении 1:1). В табл.1 приведены режимы прессования и некоторые физико-механические свойства ЛУДП, использованных в исследованиях.

Крупноформатные плиты, выдержанные в отопляемом помещении в течение 2 месяцев, раскаивались на образцы размером 50х50 мм. Разбухание и водопоглощение определялись через следующие промежутки времени (в сутках): 1,2,3,6,9,13,20,30,40,50,60. Результаты опытов обрабатывались методами математической статистики. Обнаружилось, что при пребывании пластиков в воде происходит их разбухание по толщине. Обмазки, в отличие от пластиков, имеют другие показатели линейного удлинения при воздействии на них капельно-жидкой влаги. По истечении определенного срока (не одинакового для разных ЛУДП и типов обмазок) толщина пластиков начинает превышать первоначальную. В торцевых зонах, расположенных близко к верхней и нижней плоскости образцов ЛУДП, образуются незащищенные обмазками участки. При постепенной распрессовке пластиков через эти участки влага интенсивно проникает внутрь материала.

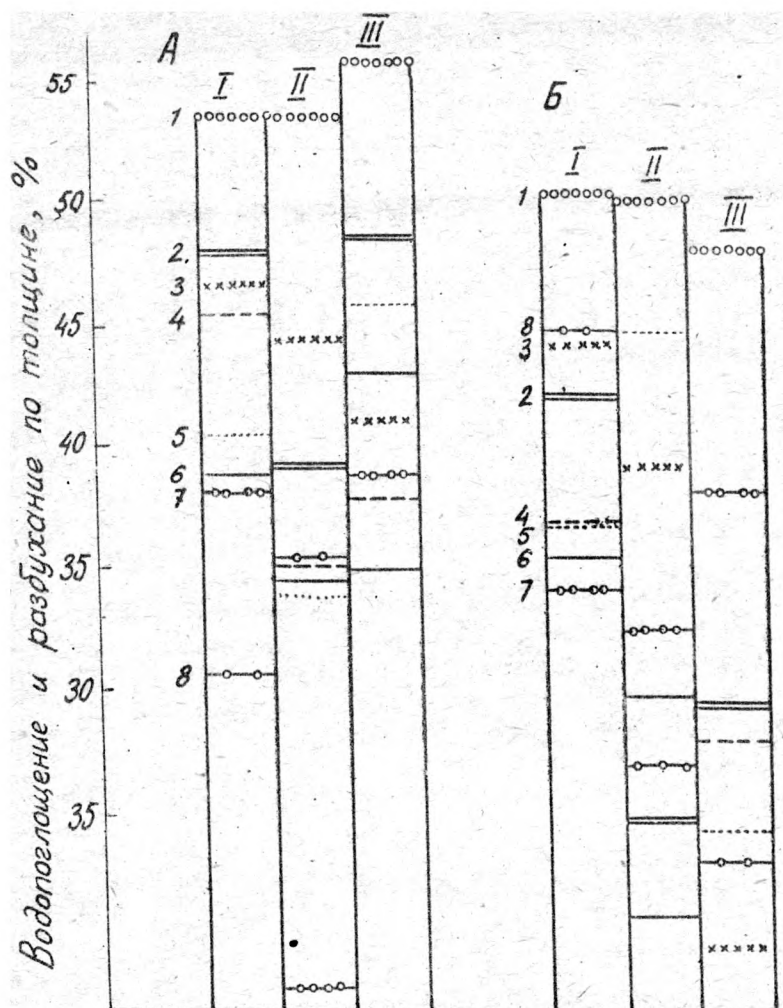
что приводит, в свою очередь, к увеличению дальнейшего разбухания ЛУДП, веса их и снижению защитного действия образцов.

К концу срока выдерживания испытуемых материалов в воде как водопоглощение, так и разбухание пластиков продолжают возрастать, причем разбухание идет интенсивнее водопоглощения только у пластиков из еловых лесосечных отходов, облицованных шпоном. Для других типов плит эта зависимость не обнаружена.

Режимы прессования и физико-механические свойства ЛУДП

Давление, МПа	Температура плит пресса, °С	Исходная влажность материала, %	Продолжительность горячего прессования, мин/мм	Плотность, кг/м³	Предел прочности при статическом изгибе, МПа	Водопоглощение за 24 ч, %	Разбухание за 24 ч, %
2,5	160	Из дробленых еловых лесосечных отходов					
		18	1,0	1210	18,1	9,2	11,5
2,5	170	Из дробленых еловых лесосечных отходов, облицованных лиственничным шпоном					
		11	1,0	1230	14,0	9,2	9,6
2,5	170	Из лиственничных опилок от лесопильной рамы					
		29	1,0	1220	18,0	11,4	9,4

В реальных условиях эксплуатации плиты покрытия пола из ЛУДП подвергаются периодическому капельно-жидкому увлажнению, которое не равноценно постоянному пребыванию материала в воде. В проведенных исследованиях пластики испытывали значительно более жесткие воздействия. Так как эффективность применения образцов доказана (даже в случае непрерывного выдерживания образцов в воде), можно предположить, что в ус-



Водопоглощение (А) и разбухание (Б) пластиков; обозначения:  
 I- ЛУДП из еловых лесосечных отходов, облицованные шпоном;  
 II- ЛУДП из лиственничных опилок; III- ЛУДП из еловых лесосеч-  
 ных отходов:

1. Образцы без обшивки. 2. Олифа. 3. Лак ЛЭС-1. 4. Смола  
 СЭС-1. 5. Эпоксидная смола с кубасс-лаком. 6. Эпоксидная  
 смола. 7. Эпоксидная смола со смолой СЭС-1. 8. Церезин.

ловиях эксплуатации ЛУДП в конструкциях полов обмазки будут способствовать увеличению срока службы пластиков и, что особенно важно, в некоторой степени предотвратят разбухание кромок плит.

Дополнительные затраты на обработку торцовых поверхностей плит ЛУДП экономически оправдываются большим сроком эксплуатации покрытий полов.

В случае применения исследованных материалов для обработки торцов плит пластиков водопоглощение последних снижается в целом на 6-36%, а разбухание по толщине - на 5-29%.

На основании выполненных исследований (рис.1) можно сделать следующие выводы.

1. С течением времени водопоглощение и разбухание ЛУДП постепенно возрастают при использовании любого из указанных выше защитных материалов, т.е. абсолютной водонепроницаемости пластиков добиться не удалось.

2. С точки зрения уменьшения водопоглощения наилучшей обмазкой ЛУДП, облицованных шпоном, является церезин, для пластиков из лиственничных опилок - эпоксидная смола в смеси с кузбасс-лаком, а для ЛУДП из еловых лесосеменных отходов - эпоксидная смола. В отношении разбухания ЛУДП зависимости иные. Здесь наиболее эффективны (в той же последовательности перечисления видов плит): эпоксидная смола в смеси со смолой СВС-1, чистая смола СВС-1, ЛБС-1.



## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Плитные материалы и изделия из древесины и других одревесневших растительных остатков без добавления связующих. Под ред. проф. Петри В.Н. м., "Лесная промышленность", 1976.

2. Петри В.Н., Вахрушева И.А. Лигноуглеводные древесные пластики. м., "Лесная промышленность", 1972.

3. Карташова А.С., Петри В.Н. Изучение некоторых технических свойств ЛУДП из различных древесных пород, фанерованных одновременно с их прессованием. - В кн.: Труды УЛТИ, вып. 24. Свердловск, изд. УЛТИ, 1971.

4. Зельдин К.М. Плен из лигноуглеводных древесных пластиков. Информационный листок. Свердловск, изд. ЦНТИ, 1971, № 523.

5. Лутошкина Г.Г. Разработка режимных параметров лаконолива на ЛУДП с исследованием некоторых эксплуатационных свойств лакокрасочных покрытий на них. - Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Свердловск, 1971 (Ленинградская лесотехническая академия).

## РЕФЕРАТЫ

УДК 674.8-41:634.0.865.1

Зависимость химического состава и свойств пластиков от некоторых технологических факторов. Антакова В.Н., Глумова В.А. Технология древесных плит и пластиков. Вып.У. Межвузовский сборник. Свердловск, изд. УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с. 4 .

Установлено, что наиболее заметные количественные изменения компонентов древесины при пьезотермической обработке наблюдаются в области температур от 150 до 190°C. Химические изменения компонентов древесины в течение цикла прессования происходят неравномерно. Технологические факторы (температура и продолжительность прессования) при изготовлении ЛУДП оказывают существенное влияние на изменение химического состава древесины, что в свою очередь сказывается на технических свойствах готового продукта.

Табл.2. Библ.1 назв.

УДК 674.8-41:634.0.865.1

Изучение изменений pH древесины при трансформации ее в ЛУДП. Антакова В.Н., Глумова В.А., Луговых Ю.М. Технология древесных плит и пластиков. Вып.У. Межвузовский сборник. Свердловск, изд. УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с. 10 .

Определены pH водных вытяжек опилок и измельченных древесных пластиков. Поставлены специальные эксперименты по измерению pH среды в центре плиты пластика при его запрессовке. Показано, что в процессе образования ЛУДП pH древесины существенно снижается. Изучен характер изменения pH в зависимости от продолжительности горячего прессования.

Рис.2. Табл.2. Библ.2 назв.

УДК 674.8-41:654.0.865.1

Изменение химического состава древесины осины в процессе получения прессованных материалов без связующих веществ. Переходных Г.И. Технология древесных плит и пластиков. Вып.У. Межузовский сборник. Свердловск, изд. УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с. 17.

Исследовались изменения химических компонентов осиновой древесины при трансформации ее в прессованные материалы из измельченного и цельного сырья.

Показано, что изменения эти увеличиваются в течение всего цикла прессования и достигают максимальных значений в готовом пластике.

Рис.2. Табл.2. Библ.6 назв.

УДК 674.812:637.531

Ослабление рентгеновских лучей пластиками из цельной древесины. Скорняков Н.И. Технология древесных плит и пластиков. Вып.У. Межузовский сборник. Свердловск, изд. УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с. 23.

В статье найден метод расчета коэффициентов ослабления рентгеновских лучей древесных пластиков без связующих и исходной древесины по атомарному составу при любой влажности.

Вычислены и экспериментально определены коэффициенты ослабления рентгеновских лучей пластика из цельной древесины и исходной древесины пихты.

Табл.1. Библ.5 назв.

УДК 674.815-41

Участие фенолоформальдегидных вспенивающихся композиций в образовании древесноволокнистых плит. Леонович А.А., Бровкина В.И. Технология древесных плит и пластиков. Вып.У. Межузовский сборник. Свердловск, изд. УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с. 28.

Фенолоформальдегидную смолу новолачного типа смешивали с отвердителем и газообразователем и вводили в древесное волокно, выработанное в производственных условиях из лиственных пород (70% осины). Изготавливали древесноволокнистые плиты сухим способом. Плотность плит  $660 \pm 10$  кг/м<sup>3</sup>, толщина 10 мм. Изучали вза-

и воздействие вспенивающихся композиций с древесным волокном в условиях изготовления плит. С целью повышения прочности дополнительно вводили продукт конденсации ортофосфорной кислоты с мочевиной. Получены утолщенные плиты с разрушающим напряжением при изгибе 36 МПа и набуханием 5,6%.

Рис.3. Табл.1. Библ.7 назв.

УДК 674.8-41

Плотность и влажность плит из древесных частиц без добавления связующих – критерий оптимальности условий их изготовления. Волкова В.Д., Желдакова В.В. Технология древесных плит и пластиков. Вып. У. Межузовский сборник. Свердловск, изд. УПИ им. С.М.Кирова, 1978, с. 37..

В результате исследований вскрыты закономерности между оптимальными параметрами изготовления плотностью и влажностью плит после запрессовки. Установлено, что пластики, изготовленные при оптимальном режиме, имеют плотность максимальную, а влажность, приблизительно равную оптимальной влажности используемого пресс-материала. Это позволило рекомендовать экспресс-методы определения основных технологических параметров изготовления плит.

Рис.1. Табл.2. Библ.6 назв.

УДК 674:817-41:621,547

Исследование движения твердых частиц в свободном воздушном потоке. Вахтеров Г.Н., Бирюков В.И., Бегларов Э.М. Технологии древесных плит и пластиков. Вып. У. Межузовский сборник. Свердловск, изд. УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с. 44.

Описана методика и результаты исследований движения твердых частиц в свободном воздушном потоке применительно к условиям воздушно-вакуумного формирования симметричного по структуре ковра из древесных частиц.

Рис.4. Табл.1. Библ.12 назв.

УДК 674.815-41.02.049.2

Исследование непрерывного способа подпрессовки волокнисто-стружечного ковра. Малыгин Н.В., Завражнов А.М., Гнутова Е.П. Технология древесных плит и пластиков. Вып.У. Межузовский сборник. Свердловск, изд. УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с.55.

В статье сообщается о проведении исследований непрерывного способа подпрессовки волокнисто-стружечного ковра в ленточно-валковом прессе. Приведены результаты испытаний физико-механических свойств брикетов и зависимость их от режимных параметров. Установлены зависимости усилий прессования от степени деформации ковра и его характеристик, определены условия получения транспортабельного брикета при непрерывной подпрессовке волокнисто-стружечного ковра, намечены задачи дальнейших исследований непрерывной подпрессовки.

Рис.6. Табл.1. Библ. 5 назв.

УДК 674.81

Исследование влияния параметров холодного прессования на свойства плит без добавления связующих. Заверткина Т.Д., Лазарева А.Д. Технология древесных плит и пластиков. Вып.У. Межузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с. 67.

С помощью методов планирования многофакторного эксперимента установлено влияние параметров холодного прессования на некоторые свойства пластика типа ЛУДП и выбраны оптимальные условия их брикетирования, исходя из условия получения прочного пластика с наибольшим выходом кондиционного продукта.

Рис.2. Табл.3. Библ. 2 назв.

УДК 674.817-41

Исследование изменения вязкоупругих свойств древесины в процессе гидротермической обработки применительно к производству древесноволокнистых плит. Чибирев В.Е., Липцев Н.В. Технология древесных плит и пластиков

Вып.У. Межузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М. Кирова, 1978, с. 75.

Рассматривается вопрос изучения вязкоупругих свойств березовой древесины в процессе гидротермической обработки в интервале температур 20-190°C. Приведена схема установки для измерения вязкоупругих свойств древесины методом крутильных колебаний. Показана зависимость изменения динамического модуля сдвига образцов березовой древесины в процессе гидротермической обработки.

Рис.2. Библ.4 назв.

УДК 674.815-41,02

Использование отходов окорки в изготовлении плит с наружными слоями из волокна. Завражнов А.М., Панюкова Г.А., Васильев В.В. Технология древесных плит и пластиков. Вып.У. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с. 80.

Методом отсеивающих экспериментов исследовали влияние основных технологических факторов производства на свойства плит с наружными слоями из волокна и средним слоем из отходов окорки. Оптимизацию технологического процесса проводили методом "крутого восхождения" по условному градиенту. Показано, что полученные плиты при плотности 705 кг/см<sup>3</sup> обладают следующими показателями: прочность при статическом изгибе -0,35 МПа, разбухание по толщине -10%.

Табл.3.

УДК 678.632

К вопросу получения прессовочных композиций из целлолигнина хлопковой шелухи. Третьяк П.П., Уткин Г.К., Исаков Е.И. Технология древесных плит и пластиков. Вып.У. Межузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с. 86.

В статье рассмотрен комплексный метод переработки хлопковой шелухи, сочетающий гидролитический метод с целью получения пентов с производством фенопластов на основе твердого остатка целлолигнина. Показаны условия приготовления прессовочных композиций на основе целлолигнина хлоп-

ковой шелухи, а также свойства связующего и прессовочных композиций.

Табл.2. Библ. 11 назв.

УДК 678.632

Исследование прессовочных композиций на основе целлюлозного лигнина на дериватографе. Третьяк П.П. Технология древесных плит и пластиков. Вып.У. Межузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с. 91 .

На основании исследований прессовочных композиций на основе продукта поликонденсации фенола, формальдегида и целлюлозного лигнина хлопковой шелухи с помощью дериватографа определены технологический режим подогрева таблетированного материала и температура его прессования.

Показано, что температура разложения пресс-материалов на основе целлюлозного лигнина на 40°C выше, чем для фенопласта К-18-2.

Рис.5. Библ.5 назв.

УДК 654.0.865

Технологический процесс изготовления плит из рисовой соломы без добавления связующих. Петри В.Н., Карташов Н.П., Мельникова И.Е., Аккерман А.С. Технология древесных плит и пластиков. Вып.У. Межузовский сборник. Свердловск, изд. УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с. 96.

Приведены оптимальные условия прессования и физико-механические свойства необлицованных плит из дробленой рисовой соломы без добавления связующих и схема технологического процесса их изготовления.

Рис.1. Библ. 3 назв.

УДК 654.0.865:654.0.28

Плитный материал из виноградной лозы. Говоров Г.Г., Волкова В.Д. Технология древесных плит и пластиков. Вып.У. Межузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с.100 .

В статье приведены результаты предварительных иссле-

дований по получению плит с высокими техническими свойствами из виноградной лозы без добавления связующих.

Табл.1. Библ. 3 назв.

УДК 674.815.41

Сравнительная оценка физико-механических свойств плит, изготовленных лабораторным и промышленным способами. Жуков В.П., миронов Т.П., Филонов А.А., Щербинин А.А. Технология древесных плит и пластиков. Вып.У. Межвузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с. 103.

Найдена зависимость между свойствами древесностружечных плит, изготовленных в лабораторных и промышленных условиях. Определены коэффициенты для пересчета физико-механических показателей промышленных плит на лабораторные.

Рис.3.

УДК 676.258

Получение бумаги для производства слоистых пластиков, наполненной порошкообразной фенолоформальдегидной смолой. Шадуи Г.Б., Голынкина В.Б., Шрагина Д.И., Аким Э.Л., Павлова Л.П., Савельева А.Ф. Технология древесных плит и пластиков. Вып.У. Межвузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с. 107.

Проведено исследование возможности получения наполненной порошкообразной фенолоформальдегидной смолой бумаги в процессе ее отлива на бумагоделательном оборудовании. С целью решения задачи - создания материала, пригодного для переработки в слоистый пластик, проводилось изучение условий, обеспечивающих максимальное удержание смолы волокнами целлюлозы при отливе бумаг. Изучались вопросы: влияние рН массы, количества флокулянта и др. на степень удержания смолы. Разработанная технология отлива обеспечивает 90-95%-ное удержание смолы при исходном соотношении целлюлоза - смола 1 : 1 или 1 : 0,8. Полученный материал удовлетворительно перерабатывается в слоистый пластик.

Рис.2. Табл.1. Библ. 7 назв.



УДК 674.8-41.01

Исследование влияния попеременного капельно-жидкого увлажнения и высушивания на физико-механические свойства древесных плитных материалов. Бояркина Р.А. Технология древесных плит и пластиков. Вып.У. Межузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с. 115.

Исследовалась зависимость свойств древесных плитных материалов от влияния на них попеременного капельно-жидкого увлажнения и высушивания, а также от продолжительности действия этого фактора.

Табл.5. Библ.2 назв.

УДК 654.865:0.821

О механических свойствах и твердости древесных пластиков. Румянцев А.И. Технология древесных плит и пластиков. Вып.У. Межузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с. 123.

В работе исследуется закон деформирования древесных пластиков как вязкопластических тел с упрочнением, составлены и решены дифференциальные и интегральные уравнения деформирования. Теория применена для исследования механических свойств древесного пластика, изготовленного из лесосечных отходов ольхи.

Библ. 7 назв.

УДК 654.0.865.1:654.0.445

Изучение биостойкости плит из рисовой соломы без добавления связующих. Чернышева В.А., Мельникова М.Е. Технология древесных плит и пластиков. Вып.У. Межузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с. 132.

Дана оценка биостойкости плит из рисовой соломы по отношению к плёнчатому домовому грибу.

Данные исследований свидетельствуют, что при образовании плит из рисовой соломы в последней происходят существенные изменения, следствием которых является высокая стой-

кость плит против разрушающего воздействия пленчатого гриба. Стойкость полученных плит значительно (в 4 раза) выше стойкости заболонной древесины сосны.

Табл.1.

УДК 674.81.

Исследование влияния защитных обмазок на водостойкость пластиков без добавления связующих. Зельдин Ю.М. Технология древесных плит и пластиков. Вып.У. Межвузовский сборник. Свердловск, изд.УПИ им.С.М.Кирова, 1978, с 135.

В статье изложены результаты исследований по определению эффективности различных типов обмазок торцов пластиков без добавления связующих. Доказана целесообразность обработки плит некоторыми из изученных составов с целью увеличения срока службы пластиков.

Рис.1. Табл.1. Библ. 5 назв.

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Антакова В.Н., Глумова В.А. Зависимость химического состава и свойств пластиков от некоторых технологических факторов . . . . .	4
Антакова В.Н., Глумова В.А., Луговых Ю.М. Изучение изменений pH древесины при трансформации ее в ЛУДП . . . . .	10
Перехожих Г.И. Изменение химического состава древесины осины в процессе получения прессованных материалов без связующих веществ . . . . .	17
Скорняков Н.Н. Ослабление рентгеновских лучей пластиками из цельной древесины . . . . .	23
Леонович А.А., Бровкина В.И. Участие фенолоформальдегидных вспенивающихся композиций в образовании древесноволокнистых плит . . . . .	28
Волкова В.Д., Желдакова В.В. Плотность и влажность плит из древесных частиц без добавления связующих-критерий оптимальности условий их изготовления . . . . .	37
Бахтеров Г.Н., Бирюков В.И., Бегларов Э.М. Исследование движения твердых частиц в свободном воздушном потоке . . . . .	44
Малыгин Н.В., Завражнов А.М., Гнутова Е.П. Исследование непрерывного способа подпрессовки волокнисто-стружечного ковра . . . . .	55
Заверткина Т.Д., Лазарева А.Д. Исследование влияния параметров холодного прессования на свойства плит без добавления связующих . . . . .	67
Чибирев В.Е., Липцев Н.В. Исследование изменения вязкоупругих свойств древесины в процессе гидротермической обработки применительно к производству древесноволокнистых плит . . . . .	73
Завражнов А.М., Панікова Г.А., Васильев В.В. Использование отходов окорки в изготовлении плит с наружными слоями из волокна . . . . .	80

* Третьяк П.П., Уткин Г.К., Исаков Е.И. К вопросу получения прессовочных композиций из целлюлозного хлопковой шелухи . . . . .	86
Третьяк П.П. Исследование прессовочных композиций на основе целлюлозного на дериватографе . . . . .	91
Петри В.Н., Карташов Н.П., Мельникова М.Е., Аккерман А.С. Технологический процесс изготовления плит из рисовой соломы без добавления связующих . . . . .	96
Говоров Г.Г., Волкова В.Д. Плитный материал из виноградной лозы . . . . .	100
Жуков В.П., Миронов Т.П., Филонов А.А., Щербинин А.А. Сравнительная оценка физико-механических свойств плит, изготовленных лабораторным и промышленным способами . . . . .	103
Шалун Г.Б., Голынкина В.Б., Шрагина Д.И., Аким Э.Л., Павлова Л.А., Савельева А.Ф. Получение бумаги для производства слоистых пластиков, наполненной порошкообразной фенолоформальдегидной смолой . . . . .	107
Бояркина Р.А. Исследование влияния попеременного капельно-жидкого увлажнения и высушивания на физико-механические свойства древесных плитных материалов . . . . .	115
Румянцев А.И. О механических свойствах и твердости древесных пластиков . . . . .	123
* Чернышева В.А., Мельникова М.Е. Изучение биостойкости плит из рисовой соломы без добавления связующих . . . . .	132
Зельдин Ю.М. Исследование влияния защитных обмазок на водостойкость пластиков без добавления связующих . . . . .	135
Рефераты . . . . .	142



# Электронный архив УГЛТУ

Заявки посылать по адресу: 620032, Свердловск, Б-32,  
Сибирский тракт, 37, Уральский лесотехнический институт,  
редакционно-издательский отдел

## ТЕХНОЛОГИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ И ПЛАСТИКОВ

Выпуск У

Межвузовский сборник

Редактор издательства-  
Технический редактор-  
Корректор-

Н.П. Пащенко  
И.М. Озерская  
Л.И. Гинцель

---

НС 15294

Подписано к печати 10/УП-78

Формат 60x84/16 Бумага типогр. № 2 Усл. печ. л. 3,07

Уч.-изд. л. 3,26 Тираж 1000

Заказ 2070 Цена 1 руб.

---

620002, Свердловск, УПИ им. С.М. Кирова, главный учебный  
корпус, редакционно-издательский отдел

Цех № 4 объединения "Полиграфист", ул. Тургенева, 20